

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 2月26日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-049925

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-049925 ]

出 願 人

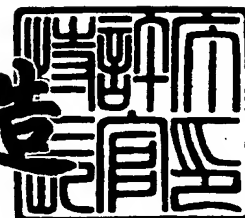
Applicant(s):

富士ゼロックス株式会社

2002年 3月29日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2002-3022116

【書類名】 特許願

【整理番号】 FE02-00235

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B41J 2/44

【請求項の数】 31

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県海老名市本郷 2 2 7 4 番地 富士ゼロックス株式会社 海老名事業所内

【氏名】 池田 周穂

【特許出願人】

【識別番号】 000005496

【氏名又は名称】 富士ゼロックス株式会社

【代理人】

【識別番号】 100086298

【弁理士】

【氏名又は名称】 船橋 國則

【電話番号】 046-228-9850

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2001- 60403

【出願日】 平成13年 3月 5日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007364

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9507100

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発光素子駆動装置および発光素子駆動システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 直流電流を流して発光させる発光素子を入力データに応じて、駆動する発光素子駆動装置であって、

電圧源と、

該電圧源と前記発光素子との間に挿入され前記入力データに基づいて制御されるスイッチ手段とを備え、

前記電圧源の出力端から前記発光素子の駆動端までの抵抗値が前記発光素子の内部抵抗値よりも小さく、前記電圧源に流れる電流が前記発光素子に流れる電流よりも小さいことを特徴とする発光素子駆動装置。

【請求項 2】 前記電圧源は、出力を負帰還する負帰還ループを持ち、所定入力電圧を増幅するバッファアンプを有することを特徴とする請求項 1 記載の発光素子駆動装置。

【請求項 3】 前記電圧源は、前記バッファアンプの出力に、前記スイッチ手段からみた前記発光素子の寄生容量の容量値よりも大きな容量値の容量手段を持つことを特徴とする請求項 2 記載の発光素子駆動装置。

【請求項 4】 前記スイッチ手段は、前記入力データに基づいて前記電圧源の出力電圧と前記発光素子をバイアスするバイアス電圧とを切り替えることを特徴とする請求項 1 記載の発光素子駆動装置。

【請求項 5】 前記バッファアンプの入力側に、光量制御時の制御電圧を保持する入力側保持手段を有することを特徴とする請求項 2 記載の発光素子駆動装置。

【請求項 6】 発光素子としてのレーザ素子を入力データに応じて駆動する発光素子駆動装置であって、

前記レーザ素子を順バイアス状態にしかつレーザ発振閾値電圧よりも低い第 1 の電圧を発生する第 1 の電圧源と、

前記レーザ素子を順バイアス状態にしかつレーザ発振閾値電圧以上の第 2 の電圧を発生する第 2 の電圧源と、



前記入力データに基づいて前記第 1 の電圧と前記第 2 の電圧とを切り替えて前記レーザ素子の駆動端に直接印加するスイッチ手段とを備え、

前記第 2 の電圧源の出力端から前記レーザ素子の駆動端までの抵抗値が前記レーザ素子の内部抵抗値よりも小さく、前記第 2 の電圧源に流れる電流が前記レーザ素子に流れる電流よりも小さいことを特徴とする発光素子駆動装置。

【請求項 7】 前記レーザ素子は面発光型レーザ素子であることを特徴とする請求項 6 記載の発光素子駆動装置。

【請求項 8】 前記面発光型レーザ素子は複数のレーザ光を発光する複数の発光部を有し、

前記第 1 の電圧は、前記複数の発光部のうち 2 個以上の発光部に対して共通に印加されることを特徴とする請求項 7 記載の発光素子駆動装置。

【請求項 9】 前記第 1 の電圧源および第 2 の電圧源のうち、少なくとも後者は、入力電圧を増幅するバッファアンプと、前記バッファアンプの出力信号を帰還することによって前記バッファアンプの出力のインピーダンスを下げる負帰還増幅回路と、前記スイッチ手段から見た前記レーザ素子の寄生容量の容量値よりも大きな容量値を有して前記バッファアンプの出力側に接続された容量手段とを含み、前記バッファアンプの出力から前記レーザ素子までの抵抗値がレーザ発光時の前記レーザ素子の微分抵抗値よりも小さいことを特徴とする請求項 6 記載の発光素子駆動装置。

【請求項 10】 前記バッファアンプの入力側に、光量制御時の制御電圧を保持する入力側保持手段を有することを特徴とする請求項 9 記載の発光素子駆動装置。

【請求項 11】 前記スイッチ手段の切り替えによる前記負帰還増幅回路の出力電流の変動を補償する補償電流を前記レーザ素子の駆動端に供給する電流供給手段をさらに備えることを特徴とする請求項 10 記載の発光素子駆動装置。

【請求項 12】 前記電流供給手段は、電流源と、前記スイッチ手段が第 2 の電圧源に切り替えるときに前記電流源を前記レーザ素子の駆動端に接続し、前記スイッチ手段が第 1 の電圧源に切り替えるときに前記電流源を前記レーザ素子の駆動端から分離する第 2 のスイッチ手段を含むことを特徴とする請求項 11 記

載の発光素子駆動装置。

【請求項 1 3】 前記電流供給手段は、M O S トランジスタによって構成された電流源と、この電流源と前記レーザ素子の駆動端との間に接続された M O S スイッチとを有し、前記電流源の M O S トランジスタと前記 M O S スイッチとがデュアルゲート M O S トランジスタで形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の発光素子駆動装置。

【請求項 1 4】 直流電流を流して発光させる発光素子を入力データに応じて駆動する発光素子駆動装置であって、

前記発光素子を電圧駆動する電圧駆動手段と、

前記発光素子を電流駆動する電流駆動手段と、

前記入力データに基づいて前記電圧駆動手段による電圧駆動と前記電流駆動手段による電流駆動とを切り換える切換手段とを備えることを特徴とする発光素子駆動装置。

【請求項 1 5】 前記入力データがパルスデータであり、

前記切換手段は、前記パルスデータの立ち上がりおよび立ち下りの少なくとも一方の期間で前記電圧駆動手段による電圧駆動とすることを特徴とする請求項 1 4 記載の発光素子駆動装置。

【請求項 1 6】 前記切換手段は、前記電圧駆動手段による電圧駆動と前記電流駆動手段による電流駆動とを同時に選択可能であり、前記電圧駆動手段による電圧駆動に切り換えたとき、同時に前記電流駆動手段による電流駆動も選択して当該電流駆動による電流も前記発光素子に供給することを特徴とする請求項 1 5 記載の発光素子駆動装置。

【請求項 1 7】 前記電圧駆動手段は、前記発光素子に対してバイアス電圧を印加するバイアス電圧印加手段を含み、

前記切換手段は、前記パルスデータの立ち上げ期間に前記電圧駆動手段による電圧駆動に切り換え、その後前記電流駆動手段による電流駆動に切り換え、しかる後前記パルスデータの立ち下げ期間に前記バイアス電圧印加手段による電圧駆動に切り換えることを特徴とする請求項 1 5 記載の発光素子駆動装置。

【請求項 1 8】 前記電圧駆動手段は、入力電圧を増幅するバッファ手段と

、前記バッファ手段の出力側に当該バッファ手段の出力電圧に対応した電圧を保持する出力側保持手段とを有し、

前記切換手段は、前記出力側保持手段に保持された電圧を前記発光素子に供給することを特徴とする請求項 1 5 記載の発光素子駆動装置。

【請求項 1 9】 前記電圧駆動手段は、前記バッファ手段の入力側に光量制御時の制御電圧に対応した電圧を保持する入力側保持手段を有することを特徴とする請求項 1 8 記載の発光素子駆動装置。

【請求項 2 0】 前記電流駆動手段は、前記バッファ手段の出力電圧に対応した電圧を保持する保持手段と、前記保持手段に保持された電圧に対応した電流を出力する定電流源とを有し、

前記切換手段は、前記定電流源から出力される電流を前記発光素子に供給することを特徴とする請求項 1 8 記載の発光素子駆動装置。

【請求項 2 1】 前記発光素子の温度変動に対応して前記パルスデータの立ち上がりおよび立ち下りの少なくとも一方の電圧を補正する補正手段をさらに備えることを特徴とする請求項 1 5 記載の発光素子駆動装置。

【請求項 2 2】 前記補正手段は、前記発光素子の端子電圧を検出し、その検出結果に基づいて補正を行うことを特徴とする請求項 2 1 記載の発光素子駆動装置。

【請求項 2 3】 前記電圧駆動手段は、前記発光素子に対してバイアス電圧を印加するバイアス電圧印加手段を含み、

前記電流駆動手段は、前記バイアス電圧に対応したバイアス電流を出力するバイアス電流供給手段を含み、

前記切換手段は、前記パルスデータの立ち上げ期間に前記電圧駆動手段による電圧駆動に切り換え、その後前記電流駆動手段による電流駆動に切り換え、その後の前記パルスデータの立ち下り期間に前記バイアス電圧印加手段による電圧駆動に切り換え、しかる後前記パルスデータのオフの期間に前記バイアス電流供給手段による電流駆動に切り換えて前記バイアス電流を前記発光素子に供給することを特徴とする請求項 2 1 記載の発光素子駆動装置。

【請求項 2 4】 前記電圧駆動手段は、入力電圧を増幅するバッファ手段と

、前記バッファ手段の出力側に当該バッファ手段の出力電圧に対応した電圧を保持する出力側保持手段と、前記バッファ手段の入力側に光量制御時の制御電圧に対応した電圧を保持する入力側保持手段とを有し、

前記切換手段は、前記出力側保持手段に保持された電圧を前記発光素子に供給し、

前記補正手段は、前記発光素子の端子電圧を検出し、その検出結果に基づいて前記入力側保持手段の保持電圧を補正することを特徴とする請求項 2 1 記載の発光素子駆動装置。

【請求項 2 5】 前記補正手段は、前記発光素子の端子電圧を検出する検出手段を有し、前記検出手段の検出結果に基づいて前記入力側保持手段の保持電圧を補正することを特徴とする請求項 2 4 記載の発光素子駆動装置。

【請求項 2 6】 前記バイアス電流供給手段は、前記発光素子の端子電圧を検出し、その検出電圧が前記バイアス電圧と一致するように前記バイアス電流の補正を行うことを特徴とする請求項 2 3 記載の発光素子駆動装置。

【請求項 2 7】 前記電圧駆動手段による電圧駆動の期間は、前記パルスデータの最小パルス幅以下であることを特徴とする請求項 1 5 記載の発光素子駆動装置。

【請求項 2 8】 直流電流を流して発光させる発光素子を駆動する発光素子駆動装置であって、

前記発光素子の端子電圧に基づいて前記発光素子の温度変動を補正する補正手段を具備することを特徴とする発光素子駆動装置。

【請求項 2 9】 前記入力側保持手段および前記出力側保持手段はコンデンサであることを特徴とする請求項 1 8、請求項 1 9 または請求項 2 6 記載の発光素子駆動装置。

【請求項 3 0】 複数の発光素子に対応して複数設けられた請求項 1、請求項 6 または請求項 1 4 記載の発光素子駆動装置と、

前記複数の発光素子の光量を検出する検出手段と、

前記検出手段の検出結果に対応した電圧と基準電圧とを比較してその誤差分を増幅する誤差増幅手段とを備え、

前記発光素子駆動装置の各々が前記誤差増幅手段の出力に基づいて前記発光素子を駆動することを特徴とする発光素子駆動システム。

【請求項 3 1】 前記誤差増幅手段は、前記検出手段の検出結果と前記基準電圧とを入力とする誤差増幅器と、前記発光素子駆動装置の数に対応して設けられ前記誤差増幅器の出力を入力に負帰還する複数の負帰還ループとを有し、

前記複数の負帰還ループの各々は、前記発光素子の光量制御時の前記誤差増幅器の出力電圧に対応した電圧を保持する保持手段と、当該保持手段と直列に接続されたスイッチ手段とを含み、

前記発光素子駆動装置の各々は、前記複数の負帰還ループ内の対応する保持手段の保持電圧を保持する入力側保持手段を有し、当該入力側保持手段の保持電圧に基づいて前記発光素子を駆動することを特徴とする請求項 3 0 記載の発光素子駆動システム。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、直流電流を流して発光させる発光素子を駆動する発光素子駆動装置および発光素子駆動システムに関し、特に面発光型レーザ素子に代表される内部抵抗（シリーズ抵抗）が大きい発光素子の駆動に用いて好適な発光素子駆動装置および発光素子駆動システムに関する。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

レーザ光を光源とするレーザゼログラフィーの分野では、より高解像度化、より高速化の要求が強くなってきている。入力画像データに応じてレーザ素子の駆動をオン・オフ制御する速度（以下、変調速度と記す）には限度がある。レーザ光のビーム数を 1 本とした場合には、主走査方向の解像度のみならず、副走査方向の解像度をも上げようとする、変調速度が犠牲にならざるを得ない。したがって、変調速度を上げずに副走査方向の解像度を上げるためには、レーザ光のビーム数を増すしかない。レーザ光のビーム数を例えば 4 本にした場合は、変調速度を 1 本の場合と同じと仮定すると、主走査・副走査方向の解像度を 2 倍に向上

できる。

【 0 0 0 3 】

ところで、半導体レーザは、レーザ光が活性層と平行な方向に取り出される構造の端面発光型レーザ素子（以下、単に端面発光レーザと称す）と、レーザ光が活性層に垂直な方向に取り出される構造の面発光型レーザ素子（以下、単に面発光レーザと称す）とに大別される。従来、レーザゼログラフィーでは、レーザ光源として一般的に端面発光レーザが用いられていた。

【 0 0 0 4 】

しかしながら、レーザ光のビーム数を増やすという観点からすると、端面発光レーザは技術的に難しいとされており、構造上、端面発光レーザよりも面発光レーザの方がレーザ光のビーム数を増やすのに有利である。このような理由から、近年、レーザゼログラフィーの分野において、より高解像度化、より高速化の要求に答えるべく、レーザ光源として、多数のレーザ光ビームを出射可能な面発光レーザを用いた装置の開発が進められている。

【 0 0 0 5 】

ここで、従来、レーザゼログラフィーに用いられているレーザ駆動装置について説明する。このレーザ駆動装置としては、従来より、電圧駆動型、電流出力電圧駆動型および電流駆動型の3タイプに大別される。以下、各タイプのレーザ駆動装置について説明する。

【 0 0 0 6 】

まず、電圧駆動型のレーザ駆動装置として、レーザ素子に印加する電圧を直接駆動回路側で制御する構成のものが知られている（例えば、特開平11-68198号公報参照）。このレーザ駆動装置は、ロジックゲートの電源電圧を直接制御することで光量を調整できるようになっているため、極めて安価に構成することができる。

【 0 0 0 7 】

次に、電流出力電圧駆動型のレーザ駆動装置として、電流源とレーザ素子とが直列に接続され、このレーザ素子に並列に接続される終端抵抗を用いて駆動電圧をレーザ素子の間近で発生させる構成のものが知られている（例えば、特開昭5

9-18964号公報参照)。このレーザ駆動装置の場合、出力が電流源より流れる電流であり、任意の電流を生成することは出力インピーダンスの低い電圧を多数生成するのに比較して容易である。

【0008】

最後に、電流駆動型のレーザ駆動装置として、定電流回路で発生した電流を、電流スイッチでON/OFF制御してレーザ素子に供給する構成のものが知られている（例えば、特開昭57-13790号公報参照）。従来、端面発光レーザの駆動には、この電流駆動型のレーザ駆動装置が一般的に使用されてきた。その理由は以下の通りである。

【0009】

図26に示すように、端面発光レーザでは印加電圧に対して駆動電流が指数関数的に増大していくため、電圧で制御しようとする、バイアスポイントにより微分抵抗( $\Delta V / \Delta I$ )が変動し、制御のための負帰還ループに非線型要素が入り込むため制御が難しくなる。これに対して電流で駆動すると、レーザ発振の閾値電流以上では、光量と電流とが比例するため負帰還ループが線形要素で構成されることになり、制御が容易となるためである。さらに、多数のレーザ素子を駆動しなければならない場合であっても、電流駆動であれば、比較的容易にレーザ素子ごとに電流源を設けることができるからである。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

ここで、レーザゼログラフィーに用いることができる面発光レーザと、従来の端面発光レーザとの駆動上の電氣的な違いについて説明する。その違いは、図26に示したように、従来の端面発光レーザではレーザ素子への印加電圧に対して電流が100mA程度まで指数関数的に増大するのに対して、面発光レーザでは数100 $\mu$ Aの小さな電流で電圧-電流特性が直線関係になることにある。

【0011】

その理由は次の通りである。すなわち、面発光レーザをレーザゼログラフィーに用いる場合、レーザ光が拡散しないようにするためにシングルモードで発光させる必要があり、そのためには発光領域を絞らなければならない。発光領域を絞

ることにより、接合面積が小さくなってしまい、図 2 7 に示す面発光レーザの等価回路において、内部抵抗の抵抗値が高くなることに起因する。このため、小さい電流を流しただけで、電圧－電流特性が直線領域に入ってしまう。

#### 【 0 0 1 2 】

一方、端面発光レーザの場合も、電流を増やしていくと、内部抵抗が原因で最終的に電圧－電流特性が直線になる。しかし、直線領域に入る電流値は、面発光レーザと比較すると一桁以上の違いがある。すなわち、端面発光レーザでは、図 2 8 に示す等価回路において、内部抵抗の抵抗値が数 1 0  $\Omega$  であるのに対して、面発光レーザでは、内部抵抗の抵抗値が数 1 0 0  $\Omega$  となり、一桁以上大きな値となっている。

#### 【 0 0 1 3 】

面発光レーザではさらに、レーザゼログラフイーにおいて、より高解像度化、より高速化の要求に答えるべく、多数のレーザ光を発光する多数の発光部を具備した場合、多数の発光部を駆動しなければならないため駆動装置が大きくなる傾向にある。このため、図 2 9 に示すように、引き回し配線の配線距離が長くなってしまう。また、図 2 9 から明らかなように、多数の引き回し配線が並行に並ぶことになるため、寄生容量が大きくなったり、線間容量や共通インピーダンスによるクロストークが生じ易くなる。

#### 【 0 0 1 4 】

変調速度の点から見ると、端面発光レーザの場合、内部抵抗の抵抗値が小さく（図 2 8 を参照）、図 3 0 に示すように、引き回し配線は短く、寄生容量が小さい。この結果、内部抵抗の抵抗値  $R$  および寄生容量の容量値  $C$  で決まる時定数  $\tau$  が小さいため、図 3 2 に示すように、駆動電流波形の立ち上がり、立ち下がり急峻になる。一方、面発光レーザの場合、上述したように、内部抵抗の抵抗値が大きく（図 2 7 を参照）、しかも配線長が長く、隣接配線との寄生容量を含めた容量が大きいため、時定数  $\tau$  が大きくなる。したがって、図 3 1 に示すように、駆動電流波形の立ち上がり、立ち下がりが非常に緩慢になる。

#### 【 0 0 1 5 】

先述した従来例に係る電流駆動型レーザ駆動装置では、端面発光レーザの場合



は  $1 \text{ n s e c}$  近くで立ち上がる。これに対して、面発光レーザの場合は時定数が端面発光レーザの時定数に比べて数  $10$  倍になり、変調速度は数  $10 \text{ MHz}$  程度である。これは、発光するレーザ光のビーム数が多いものに拘わらず、全体的に変調速度が上がらないことを意味する。したがって、この変調速度を大幅に改善しなければ、レーザゼログラフイーにおいてそのレーザ光源として面発光レーザを使うメリットは生じない。

## 【 0 0 1 6 】

以上の観点から、多数のレーザ光ビームを出射可能な面発光レーザを駆動するには、電流駆動型駆動装置よりも電圧駆動型駆動装置の方が有利である。すなわち、電流駆動側駆動装置が理想的な電流源を持ち、電圧駆動型駆動装置が理想的な電圧源を持つと仮定すると、駆動対象としての内部抵抗  $R_i$  を持つ発光素子の駆動端における浮遊容量  $C$  に関してこれらに並列に、それぞれ、無限大、零の抵抗値  $R_o$  を持つと考えられる。したがって、立ち上がり、立ち下がり、の速度を定める時定数  $CR$  の抵抗分  $R$  は、 $R_o$  と  $R_i$  の並列合成抵抗と見なせ、前者が発光素子の内部抵抗、後者が駆動装置側の抵抗値が支配的となる。また、電流出力電圧駆動型駆動装置の場合、電流出力をレーザ素子と並列に接続した抵抗に流し、その電圧降下でレーザ素子を駆動する方式もあるが、変調速度を上げるには並列抵抗の抵抗値を下げねばならず、その分消費電流が大幅に増大する。

## 【 0 0 1 7 】

ここで再度、先述した特開平  $11-68198$  号公報に記載の電圧駆動型レーザ駆動装置について考察する。この従来例に係る電圧駆動型レーザ駆動装置は、図  $33$  に示すように、CMOS のロジックゲート  $101$  を使い、グランドレベルと電源電圧との  $2$  つの電位を切り替えて抵抗  $102$  を介してレーザ素子  $103$  に印加するとともに、レーザ素子  $103$  から出力されるバック光をフォトダイオード  $104$  で受光し、その受光量に基づいてフィードバック回路  $105$  を介してロジックゲート  $101$  の電源電圧を直接制御することにより、レーザ素子  $103$  が所望の光量で発光するようにその光量制御を自動的に行う構成となっている。また、フィードバック回路  $105$  には、光量制御のための電圧源  $106$  が設けられている。

## 【 0 0 1 8 】

しかしながら、上記構成の従来例に係る電圧駆動型レーザ駆動装置では、ロジックゲート 1 0 1 とレーザ素子 1 0 3 との間に抵抗 1 0 2 を設けて実質的には電流駆動することで制御性を確保している。これにより、この従来例に係る電圧駆動型レーザ駆動装置で面発光レーザを駆動するとした場合には、面発光レーザとの間に介在する抵抗 1 0 2 が変調速度を抑える原因となるため、変調速度の高速化の妨げとなってしまう。

## 【 0 0 1 9 】

また、駆動の対象としている面発光レーザをレーザゼログラフィーに適用しようとした場合には、多数の発光部の各々について自動光量制御を行わなければならないため、駆動のためのロジックゲート 1 0 5 ごとに電圧源 1 0 6 を個別に設ける必要がある。さらに、通常、ロジックゲートの電源は共通になっていることから、複数のゲートを含む 1 個の I C で個別にレーザ（発光部）を制御することはできない。

## 【 0 0 2 0 】

またこのとき、電圧源 1 0 6 に要求される性能としては、出力インピーダンスが低くなければならない。そのためには、電源出力のデカップリングコンデンサを I C チップ内に設けたり、電源回路の出力インピーダンスを下げるためには一般的にバイアス電流を増加するなどの対策を講じる必要がある。しかしながら、デカップリングコンデンサを設けたり、バイアス電流を増加するなどの対策を講じた場合、実装上および消費電力の観点から I C チップを設計する上で大きな制約となる。

## 【 0 0 2 1 】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、消費電力を増すことなく、かつ I C 化の制約もなく、面発光レーザなどの発光素子を電圧駆動にて駆動し、変調速度の高速化を可能とした発光素子駆動装置および発光素子駆動システムを提供することにある。

## 【 0 0 2 2 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 記載の発光素子駆動装置は、直流電流を流して発光させる発光素子の駆動端に対して、入力データに対応した電圧を実質的に直接印加することによって発光素子を駆動する構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、当該駆動装置とその駆動対象となる発光素子の駆動端との間には変調速度を抑える原因となる抵抗成分が介在しない。したがって、発光素子を実質的に直接電圧駆動できるため高い変調速度を実現できる。駆動対象の発光素子としては、面発光レーザや E L (electroluminescence) 素子などの内部抵抗が比較的大きい発光素子が好ましい。

## 【 0 0 2 3 】

特に、電圧源とこの電圧源と発光素子との間に挿入され入力データに基づいて制御されるスイッチ手段とを有し、電圧源の出力端から発光素子の駆動端までの抵抗値が発光素子の内部抵抗値よりも小さく設定された構成となっている。この構成により、スイッチ手段は電圧源から与えられる電圧を入力データに基づいて選択的に発光素子の駆動端に印加する。このとき、電圧の立ち上がり時定数は、電圧源の出力端から発光素子の駆動端までの抵抗と発光素子の内部抵抗との並列合成抵抗と、スイッチ手段と配線に起因する寄生容量との積で決定される。したがって、電圧源の出力端から発光素子の駆動端までの抵抗値が発光素子の内部抵抗値よりも小さいことで、発光素子の駆動電圧の立ち上がり時定数を小さくできる。なお、理想的な電圧源の出力抵抗はゼロである。

## 【 0 0 2 4 】

さらに、電圧源に流れる電流が発光素子に流れる電流よりも小さく設定された構成となっている。この構成により、電圧源に流れる電流が発光素子に流れる電流よりも小さいことで、高速駆動を実現する場合であっても、電圧源での消費電力が低く抑えられ、駆動装置全体の低消費電力化が図れるため I C 化が容易になる。因みに、エミッタフォロワ（または、ソースフォロワ）での駆動を考えた場合には、高速駆動を実現しようとする、エミッタフォロワのトランジスタに発光素子に流す電流よりも大きな電流を流さなければならないため、駆動装置の消費電力が大きくなり、駆動装置の I C 化が困難になる。

## 【 0 0 2 5 】

請求項 2 記載の発光素子駆動装置は、請求項 1 記載の発光素子駆動装置において、電圧源が出力を負帰還する負帰還ループを持ち、所定入力電圧を増幅するバッファアンプを有する構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、バッファアンプは負帰還ループを持つことで、電圧源に流れる電流を発光素子に流れる電流よりも小さく設定できる。しかも、出力インピーダンスを無視できる程度に小さく設定できることから、負荷電流の有無によらずスイッチ手段の出力電位が一定に制御されるため、スイッチ手段のオン／オフに伴って駆動電圧が変動するのを防止できる。

## 【 0 0 2 6 】

請求項 3 記載の発光素子駆動装置は、請求項 2 記載の発光素子駆動装置において、電圧源がバッファアンプの出力に、スイッチ手段からみた発光素子の寄生容量の容量値よりも大きな容量値の容量手段を持つ構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、容量手段は負帰還による出力インピーダンスの低減効果が周波数と共に減少するのを補償する。また、その容量値がスイッチ手段からみた発光素子の寄生容量の容量値よりも大きいことで、負荷の有無で出力電圧が変動するのを抑える。

## 【 0 0 2 7 】

請求項 4 記載の発光素子駆動装置は、請求項 1 記載の発光素子駆動装置において、スイッチ手段が入力データに基づいて電圧源の出力電圧と発光素子をバイアスするバイアス電圧とを切り替える構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、電圧源の出力電圧とバイアス電圧とをスイッチ手段によって適宜切り替え、発光素子の消灯時にはあらかじめバイアス電圧を発光素子に印加しておくことで、発光素子の駆動時に電圧源から発光素子に与える電圧の振幅を小さく抑えることができる。

## 【 0 0 2 8 】

請求項 5 記載の発光素子駆動装置は、請求項 2 記載の発光素子駆動装置において、バッファアンプの入力側に光量制御時の制御電圧を保持する入力側保持手段を有する構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、レーザゼログラフィーでのレーザ駆動のように、画像データによって発光素子の点灯と消

灯とが制御され、その間光量制御ができないが、光量制御の電圧に対応した電圧が入力側保持手段に保持されていれば、これを基にして負帰還制御することなしに、画像データ領域（変調領域）で発光素子を所望の光量で変調することが可能になる。光量制御時の制御電圧を入力側保持手段に保持しておくことで、自動光量制御モードへの移行を速やかに行うことができる。

## 【 0 0 2 9 】

請求項 6 記載の発光素子駆動装置は、発光素子としてのレーザ素子を駆動対象とした駆動装置であり、レーザ素子を順バイアス状態にしかつレーザ発振閾値電圧よりも低い第 1 の電圧を発生する第 1 の電圧源と、レーザ素子を順バイアス状態にしかつレーザ発振閾値電圧以上の第 2 の電圧を発生する第 2 の電圧源と、第 1 の電圧と第 2 の電圧とを切り替えてレーザ素子の駆動端に直接印加するスイッチ手段とを備え、第 2 の電圧源の出力端からレーザ素子の駆動端までの抵抗値がレーザ素子の内部抵抗値よりも小さく設定され、かつ第 2 の電圧源に流れる電流をレーザ素子に流れる電流よりも小さく設定された構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、レーザ消灯時にはあらかじめ第 1 の電圧をレーザ素子に印加しておくことで、レーザ駆動時（変調時）にレーザ素子に印加する第 2 の電圧の振幅を小さく抑えることができる。このとき、第 2 の電圧の立ち上がり時定数は、第 2 の電圧源の出力端からレーザ素子の駆動端までの抵抗およびレーザ素子の内部抵抗との並列合成抵抗とスイッチ手段と配線に起因する寄生容量との積で決定される。したがって、第 2 の電圧源の出力端からレーザ素子の駆動端までの抵抗値がレーザ素子の内部抵抗値よりも小さいことで、レーザ素子の駆動電圧の立ち上がり時定数を小さくできる。

## 【 0 0 3 0 】

また、第 2 の電圧源に流れる電流がレーザ素子に流れる電流よりも小さく設定されていることで、高速駆動を実現する場合であっても、電圧源での消費電力が低く抑えられ、駆動装置全体の低消費電力化が図れるため IC 化が容易になる。因みに、エミッタフォロワ（または、ソースフォロワ）での駆動を考えた場合には、高速駆動を実現しようとする、エミッタフォロワのトランジスタにレーザ素子に流す電流よりも大きな電流を流さなければならないため、駆動装置の消費

電力が大きくなり、駆動装置の I C 化が困難になる。

【 0 0 3 1 】

請求項 7 記載の発光素子駆動装置は、請求項 6 記載の発光素子駆動装置において、レーザ素子が面発光型レーザである構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、面発光型レーザは、構造上、端面発光レーザよりもレーザ光のビーム数を増やすのに有利である。したがって、例えばレーザゼログラフィーの分野において、面発光型レーザをレーザ光源として用いることで、より高解像度化、より高速化に大きく寄与できる。

【 0 0 3 2 】

請求項 8 記載の発光素子駆動装置は、請求項 7 記載の発光素子駆動装置において、面発光型レーザが複数のレーザ光を発光する複数の発光部を有し、第 1 の電圧が複数の発光部のうち 2 個以上の発光部に対して共通に印加される構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、第 1 の電圧を 2 個以上の発光部に対して共通に印加する構成を採ることで、第 1 の電圧を与える電圧源を発光部の数だけ設ける必要がなくなる。したがって、電圧源全体の回路構成を簡略化できる。

【 0 0 3 3 】

請求項 9 記載の発光素子駆動装置は、請求項 6 記載の発光素子駆動装置において、第 1 の電圧源および第 2 の電圧源のうち少なくとも後者が、入力電圧を増幅するバッファアンプと、このバッファアンプの出力信号を帰還することによってバッファアンプの出力のインピーダンスを下げる負帰還増幅回路と、スイッチ手段から見たレーザ素子の寄生容量の容量値よりも大きな容量値を有してバッファアンプの出力に接続された容量手段（コンデンサ）とを含み、バッファアンプの出力からレーザ素子までの抵抗値がレーザ発光時のレーザ素子の微分抵抗値よりも小さい構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、レーザ点灯時の電圧の立ち上がり時定数は、電圧源出力端から面発光レーザの駆動端までの抵抗値と、スイッチ手段と配線に起因する寄生容量の容量値との積で決定される。したがって、電圧源の出力端からレーザ素子の駆動端までの抵抗値がレーザ素子の内部抵抗値よりも小さいことで、レーザ素子の駆動電圧の立ち上がり時定

数を小さくできる。

【 0 0 3 4 】

請求項 1 0 記載の発光素子駆動装置は、請求項 9 記載の発光素子駆動装置において、バッファアンプの入力側に光量制御時の制御電圧を保持する入力側保持手段を有する構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、レーザゼログラフィーでのレーザ駆動のように、画像データによって発光素子の点灯と消灯とが制御され、その間光量制御ができないが、光量制御の電圧に対応した電圧が入力側保持手段に保持されていれば、これを基にして負帰還制御することなしに、画像データ領域（変調領域）で発光素子を所望の光量で変調することが可能になる。光量制御時の制御電圧を入力側保持手段に保持しておくことで、自動光量制御モードへの移行を速やかに行うことができる。

【 0 0 3 5 】

請求項 1 1 記載の発光素子駆動装置は、請求項 1 0 記載の発光素子駆動装置において、スイッチ手段の切り替えによる負帰還増幅回路の出力電流の変動を補償する補償電流をレーザ素子の駆動端に供給する電流供給手段をさらに備えた構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、負帰還回路の出力電流が負荷変動によって変化すると、スイッチ手段が ON した瞬間にレーザ素子の端子電圧が変動する。したがって、スイッチ手段の切り替えに同期してレーザ素子の駆動端に補償電流を流すことで、スイッチ手段の ON 時の負帰還回路の出力電流の変動を抑えることができる。

【 0 0 3 6 】

請求項 1 2 記載の発光素子駆動装置は、請求項 1 1 記載の発光素子駆動装置において、電流供給手段が、電流源と、スイッチ手段が第 2 の電圧源に切り替えるときに当該電流源をレーザ素子の駆動端に接続し、スイッチ手段が第 1 の電圧源に切り替えるときに当該電流源をレーザ素子の駆動端から分離する第 2 のスイッチ手段を含む構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、第 2 のスイッチ手段はスイッチ手段の切り替えに同期してレーザ素子の駆動端に対する電流源の接続／分離を行うことで、スイッチ手段の状態に関わらず、負帰還回路の出力電流の変動を抑えることができる。

## 【 0 0 3 7 】

請求項 1 3 記載の発光素子駆動装置は、請求項 1 1 記載の発光素子駆動装置において、電流供給手段が、MOS トランジスタによって構成された電流源と、この電流源とレーザ素子の駆動端との間に接続された MOS スイッチとを有し、電流源の MOS トランジスタと MOS スイッチとがデュアルゲート MOS トランジスタで形成された構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、電流源の MOS トランジスタと MOS スイッチとをデュアルゲート MOS トランジスタで形成することで、両トランジスタの接続部でのソースドレインの寄生容量の容量値を最小にできる。したがって、MOS トランジスタで構成される電流源の応答速度を速くすることができる。

## 【 0 0 3 8 】

請求項 1 4 記載の発光素子駆動装置は、発光素子を電圧駆動する電圧駆動手段と、発光素子を電流駆動する電流駆動手段と、入力データに基づいて電圧駆動手段による電圧駆動と電流駆動手段による電流駆動とを切り換える切換手段とを備える構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、電圧駆動手段による電圧駆動と電流駆動手段による電流駆動とを入力データに基づいて切り換えることで、電圧駆動による利点と電流駆動による利点とを効果的に組み合わせることができる。したがって、より理想に近い駆動制御を実現できる。

## 【 0 0 3 9 】

請求項 1 5 記載の発光素子駆動装置は、請求項 1 4 記載の発光素子駆動装置において、入力データがパルスデータであり、切換手段がパルスデータの立ち上がりおよび立ち下りの少なくとも一方の期間で電圧駆動手段による電圧駆動とする構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、パルスデータの例えば立ち上がり期間では電圧駆動手段による電圧駆動とし、立ち上がり以降では電流駆動手段による電流駆動に切り換えることで、パルスデータの立ち上がりに対応して瞬時に発光素子を駆動できるとともに、パルスデータの立ち上がり以降も電圧駆動を続ける場合に生じる発光素子の光量変動を防止できる。ここで、少なくとも一方の期間としては、発光素子のオフ（消灯）からオン（点灯）のタイミングに対応したパルスデータの立ち上がり（正論理）または立ち下がり（負



論理)の期間に電圧駆動するのが好ましい。これに加えて、発光素子のオン(点灯)からオフ(消灯)のタイミングに対応したパルスデータの立ち下がり(正論理)または立ち上がり(負論理)の期間に電圧駆動しても良い。

## 【 0 0 4 0 】

請求項 1 6 記載の発光素子駆動装置は、請求項 1 5 記載の発光素子駆動装置において、切換手段が電圧駆動手段による電圧駆動と電流駆動手段による電流駆動とを同時に選択可能であり、電圧駆動手段による電圧駆動に切り換えたとき、同時に電流駆動手段による電流駆動も選択して当該電流駆動による電流も発光素子に供給する構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、電圧駆動手段の出力電流が負荷の変動によって変化すると、切換手段による切り換えの瞬間に発光素子の端子電圧が変動する。したがって、電圧駆動手段による電圧駆動時に電流駆動手段による電流駆動も同時に選択し、当該電流駆動による電流を発光素子に補償電流として供給することで、発光素子の端子電圧の変動を抑えることができる。

## 【 0 0 4 1 】

請求項 1 7 記載の発光素子駆動装置は、請求項 1 5 記載の発光素子駆動装置において、電圧駆動手段が発光素子に対してバイアス電圧を印加するバイアス電圧印加手段を含み、切換手段がパルスデータの立ち上げ期間に電圧駆動手段による電圧駆動に切り換え、その後電流駆動手段による電流駆動に切り換え、しかる後パルスデータの立ち下げ期間にバイアス電圧印加手段による電圧駆動に切り換える構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、発光素子の消灯時にはあらかじめバイアス電圧を発光素子に印加しておくことで、発光素子の駆動時に電圧源から発光素子に与える電圧の振幅を小さく抑えることができる。

## 【 0 0 4 2 】

請求項 1 8 記載の発光素子駆動装置は、請求項 1 5 記載の発光素子駆動装置において、電圧駆動手段が、入力電圧を増幅するバッファ手段と、このバッファ手段の出力側に当該バッファ手段の出力電圧に対応した電圧を保持する出力側保持手段とを有し、切換手段が出力側保持手段に保持された電圧を発光素子に供給する構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、入力電圧に対応

した電圧を出力側保持手段に保持しておくことで、電圧駆動への切り換え時に瞬時にその保持電圧を発光素子に印加できる。

## 【 0 0 4 3 】

請求項 1 9 記載の発光素子駆動装置は、請求項 1 8 記載の発光素子駆動装置において、電圧駆動手段がバッファ手段の入力側に光量制御時の制御電圧に対応した電圧を保持する入力側保持手段を有する構成となっている。ゼログラフィイー用ドライバ等の画像形成装置用駆動装置においては、光量制御を画像エリア（変調領域）に入る前に行ってそのときの光量を記憶しておき、画像エリアでは記憶した光量で画像を描画する必要がある。このように光量を記憶しておく理由は、画像エリアでは画像によって点灯と消灯とが行われ、消灯時には光量制御が行えないからである。そこで、光量制御の制御電圧に対応した電圧を入力側保持手段に保持していれば、これを基にして負帰還制御することなしに、画像データ領域（変調領域）で発光素子を所望の光量で変調することが可能になる。

## 【 0 0 4 4 】

請求項 2 0 記載の発光素子駆動装置は、請求項 1 8 記載の発光素子駆動装置において、電流駆動手段が、バッファ手段の出力電圧に対応した電圧を保持する保持手段と、この保持手段に保持された電圧に対応した電流を出力する定電流源とを有し、切換手段が定電流源から出力される電流を発光素子に供給する構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、定電流源から出力される電流は、電圧駆動時には、電圧源から見た負荷の変動を小さくするための補償電流として発光素子に供給される一方、電流駆動時には駆動電流として発光素子に供給される。

## 【 0 0 4 5 】

請求項 2 1 記載の発光素子駆動装置は、請求項 1 5 記載の発光素子駆動装置において、発光素子の温度変動に対応してパルスデータの立ち上がりおよび立ち下りの少なくとも一方の電圧を補正する補正手段をさらに備える構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、発光素子は電流が流れることによって発熱し、温度が上昇する。この温度上昇によって同一光量での発光素子の端子電圧は低下するが、ここに同じ電圧を印加し続けると駆動電流が増大し、その

結果光量も増大する。そこで、少なくともパルスデータの立ち上がりの電圧を温度の変動に応じて補正することで、その温度変動分に起因する光量ずれを補正できる。また、パルスデータの立ち上がりだけでなく立ち下がりにおいても補償を行うようにすることで、例えば温度変動によるレーザ発振閾値の変動による誤発光を防止することもできる。

## 【 0 0 4 6 】

請求項 2 2 記載の発光素子駆動装置は、請求項 2 1 記載の発光素子駆動装置において、補正手段が発光素子の端子電圧を検出し、その検出結果に基づいて補正を行う構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、発光素子に一定の電流が流れていると（電流駆動時）、発光素子の温度に応じてその端子電圧が変動することから、当該端子電圧を検出することで、発光素子の温度をより迅速にかつより正確にモニターできるため、温度補償を確実に行える。

## 【 0 0 4 7 】

請求項 2 3 記載の発光素子駆動装置は、請求項 2 1 記載の発光素子駆動装置において、電圧駆動手段が発光素子に対してバイアス電圧を印加するバイアス電圧印加手段を含み、電流駆動手段がバイアス電圧に対応したバイアス電流を出力するバイアス電流供給手段を含み、切換手段は、パルスデータの立ち上げ期間に電圧駆動手段による電圧駆動に切り換え、その後電流駆動手段による電流駆動に切り換え、その後のパルスデータの立ち下がり期間にバイアス電圧印加手段による電圧駆動に切り換え、しかる後パルスデータのオフの期間にバイアス電流供給手段による電流駆動に切り換えてバイアス電流を発光素子に供給する構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、パルスデータの立ち下がり時にバイアス電圧で電圧駆動された後電流駆動に移行する際に、電流駆動での電流値がバイアス電圧に対応した電流値となっていれば速やかに電流駆動に移行できるため、電流駆動時の端子電圧を検出して温度補償を行う場合に温度補償が効かない期間を最小にとどめることができる。

## 【 0 0 4 8 】

ここで、バイアス電圧に対応するバイアス電流について説明する。理想的にはレーザ素子の端子電圧を立ち下げる場合にも立ち上げる場合と同様に立ち下げる

電圧を感度によって補正する必要があり、そのための回路を必要とする。ところが、立ち下げる電圧が多少変動したところで、レーザ素子は消灯しているので光量がこれによって変動することはない。ただ全く立ち下げるバイアス電圧とバイアス電流との間に関係がないと、一旦バイアス電圧に立ち下がった後、バイアス電流に対応する電圧に落ち着くまでの間は定電流駆動状態となっていないので、このときの端子電圧を利用して温度補正を行うことができない。つまり、消灯期間がこの収束期間よりも短い場合は、消灯したときのレーザ端子電圧が定電流動作にならないうちに次の点灯が始まり補正が行えなくなる。このため、定電流動作にできるだけ早く移行できるように、事前にバイアス電圧に対応するバイアス電流が流れるように設定しておく必要がある。

## 【 0 0 4 9 】

請求項 2 4 記載の発光素子駆動装置は、請求項 2 1 記載の発光素子駆動装置において、電圧駆動手段が、入力電圧を増幅するバッファ手段と、このバッファ手段の出力側に当該バッファ手段の出力電圧に対応した電圧を保持する出力側保持手段と、バッファ手段の入力側に光量制御時の制御電圧に対応した電圧を保持する入力側保持手段とを有し、切換手段が出力側保持手段に保持された電圧を発光素子に供給し、補正手段が発光素子の端子電圧を検出し、その検出結果に基づいて入力側保持手段の保持電圧を補正する構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、発光素子の端子電圧に基づいて入力側保持手段の保持電圧を補正することで、その補正された電圧は出力側保持手段を経て発光素子に印加されるため、電圧駆動時において温度補償を実行できる。

## 【 0 0 5 0 】

請求項 2 5 記載の発光素子駆動装置は、請求項 2 4 記載の発光素子駆動装置において、補正手段が発光素子の端子電圧を検出する検出手段を有し、この検出手段による検出結果に基づいて入力側保持手段の保持電圧を補正する構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、発光素子の端子電圧を、入力側保持手段の保持電圧を設定する際の端子電圧と比較し、その誤差分に基づいて入力側保持手段の保持電圧を補正することで、発光素子の温度が一定の温度になるように温度補償できる。

## 【 0 0 5 1 】

請求項 2 6 記載の発光素子駆動装置は、請求項 2 3 記載の発光素子駆動装置において、バイアス電流供給手段が発光素子の端子電圧を検出し、その検出電圧がバイアス電圧と一致するようにバイアス電流の補正を行う構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、パルスデータの立ち下げ時の発光素子の端子電圧であるバイアス電圧と、その後の電流駆動時の電圧とがほぼ等しいため電流駆動への移行が速やかに行われ、発光素子の発光パルスデューティが 1 0 0 % に近く、消灯の期間が短い場合にもその次のパルスデータの立ち上げ時に温度補償による立ち上げ電圧の電圧値が有効に働く。

## 【 0 0 5 2 】

請求項 2 7 記載の発光素子駆動装置は、請求項 1 5 記載の発光素子駆動装置において、電圧駆動手段による電圧駆動の期間がパルスデータの最小パルス幅以下である構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、電圧駆動の期間が上記の条件を満足することで、いかなるパルス幅のパルスデータに対してもその立ち上がり（または、立ち下がり）に応答して発光素子の駆動を確実に行える。

## 【 0 0 5 3 】

請求項 2 8 記載の発光素子駆動装置は、直流電流を流して発光させる発光素子を駆動する発光素子駆動装置であって、発光素子の端子電圧に基づいて発光素子の温度変動を補正する補正手段を具備する構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、発光素子に一定の電流が流れていると、発光素子の温度に応じてその端子電圧が変動することから、当該端子電圧を検出することで、発光素子の温度をより迅速にかつより正確にモニターできるため、温度補償を確実に行える。

## 【 0 0 5 4 】

請求項 2 9 記載の発光素子駆動装置は、請求項 1 8、1 9 または 2 6 記載の発光素子駆動装置において、入力側保持手段および出力側保持手段がコンデンサからなる構成となっている。かかる構成の発光素子駆動装置において、コンデンサは単一の素子であることから、保持手段としてコンデンサを用いることで、回路

構成を極めて簡単に構成できる。

【 0 0 5 5 】

請求項 3 0 記載の発光素子駆動システムは、複数の発光素子に対応して複数設けられた請求項 1、請求項 6 または請求項 1 4 記載の発光素子駆動装置と、複数の発光素子の光量を検出する検出手段と、この検出手段の検出結果に対応した電圧と基準電圧とを比較してその誤差分を増幅する誤差増幅手段とを備え、発光素子駆動装置の各々が誤差増幅手段の出力に基づいて発光素子を駆動する構成となっている。かかる構成の発光素子駆動システムにおいて、発光素子の光量を検出し、それを発光素子駆動装置の各々にフィードバックすることで、複数の発光素子の各光量が常に一定になるように制御できる。

【 0 0 5 6 】

請求項 3 1 記載の発光素子駆動システムは、請求項 3 0 記載の発光素子駆動システムにおいて、誤差増幅手段が、検出手段の検出結果と基準電圧とを入力とする誤差増幅器と、発光素子駆動装置の数に対応して設けられ誤差増幅器の出力を入力に負帰還する複数の負帰還ループとを有し、複数の負帰還ループの各々が、発光素子の光量制御時の誤差増幅器の出力電圧に対応した電圧を保持する保持手段と、当該保持手段と直列に接続されたスイッチ手段とを含み、発光素子駆動装置の各々が、複数の負帰還ループ内の対応する保持手段の保持電圧を保持する入力側保持手段を有し、当該入力側保持手段の保持電圧に基づいて発光素子の駆動を行う構成となっている。

【 0 0 5 7 】

かかる構成の発光素子駆動システムにおいて、誤差増幅手段に負帰還ループが発光素子駆動装置の数に対応して設けられることで、各発光素子ごとに確実な光量制御を行える。各負帰還ループの保持手段は、対応する発光素子駆動装置の前の光量制御時における誤差増幅器の出力電圧に対応する電圧を持つので、次に光量制御を行う際に、該当する負帰還ループの保持手段を選択することにより、前回の誤差増幅器の出力電圧が再現できる（負帰還ループの保持手段と基準電圧との和に対応）。この結果、瞬時に発光素子駆動装置の入力側保持手段（請求項 5、1 0、1 9 の入力側保持手段に対応）に保持済みの電圧と一致させることが

できるため、1個の誤差増幅手段で複数の発光素子駆動装置に個別にあるのと同様に高速かつ正確に各発光素子の光量制御を行うことができる。また、誤差増幅器が1個で複数の発光素子を制御しているので、たとえ誤差増幅器が大きなオフセットを有していたとしても、すべての発光素子に同じオフセットで制御が行われるため発光素子間のばらつきを生じない。

【0058】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0059】

〔基本概念〕

図1は、本発明に係る発光素子駆動装置の基本概念を示すブロック図である。ここでは、駆動の対象となる発光素子として、例えば、各々レーザ光を発光する多数（ $n$ 個）の発光部LD1～LD $n$ を有する面発光レーザ11を用いた場合を例に採って示している。図1において、面発光レーザ11の $n$ 個の発光部LD1～LD $n$ は、例えば各カソードが接地され、各アノードが駆動端となってスイッチSW1～SW $n$ の各出力端子 $c$ にそれぞれ接続されている。

【0060】

スイッチSW1～SW $n$ の各一方の入力端子 $a$ には、発光部LD1～LD $n$ をそれぞれ順バイアス状態にしかつレーザ発振閾値電圧よりも低いバイアス電圧 $V_{bias}$ が第1の電圧源12から共通に与えられる。スイッチSW1～SW $n$ の各他方の入力端子 $b$ には、発光部LD1～LD $n$ をそれぞれ順バイアス状態にしかつレーザ発振閾値電圧以上の駆動電圧（制御電圧） $V_1 \sim V_n$ が第2の電圧源（可変電圧源）13から個別に与えられる。

【0061】

第2の電圧源13は、駆動電圧 $V_1 \sim V_n$ をそれぞれ非反転（+）入力とするオペアンプOP1～OP $n$ を有し、その出力電位をその反転（-）入力として帰還する構成となっている。なお、基本的な考え方としては、オペアンプOP1～OP $n$ を省略し、駆動電圧 $V_1 \sim V_n$ を直接スイッチSW1～SW $n$ の各他方の入力端子 $b$ に与える構成であって良い。

## 【 0 0 6 2 】

スイッチ  $SW1 \sim SWn$  は、バイアス電圧  $V_{bias}$  と駆動電圧  $V1 \sim Vn$  とを適宜切り替えて面発光レーザ 11 の各発光部  $LD1 \sim LDn$  に印加する。具体的には、スイッチ  $SW1 \sim SWn$  は各発光部  $LD1 \sim LDn$  に対して駆動電圧  $V1 \sim Vn$  を印加する前に、入力端子 a 側に切り替わった状態にあつてレーザ発振閾値電圧よりも低いバイアス電圧  $V_{bias}$  を各発光部  $LD1 \sim LDn$  にあらかじめ印加しておき、その後に入力端子 b 側に切り替わつてレーザ発振閾値電圧以上の駆動電圧  $V1 \sim Vn$  を各発光部  $LD1 \sim LDn$  に印加する。スイッチ  $SW1 \sim SWn$  としては、例えば CMOS トランスファークゲートを用いる。

## 【 0 0 6 3 】

このように、面発光レーザ 11 の発光部  $LD1 \sim LDn$  の駆動端（アノード）に対してスイッチ  $SW1 \sim SWn$  で選択した駆動電圧  $V1 \sim Vn$  をスイッチ  $SW1 \sim SWn$  の各出力端子 c から直接印加して各発光部  $LD1 \sim LDn$  を駆動することにより、スイッチ  $SW1 \sim SWn$  の各出力端子と発光部  $LD1 \sim LDn$  の各駆動端との間には変調速度を抑える原因となる抵抗成分が存在しないため、高い変調速度を実現できる。

## 【 0 0 6 4 】

また、スイッチ  $SW1 \sim SWn$  によってバイアス電圧  $V_{bias}$  と駆動電圧  $V1 \sim Vn$  とを適宜切り替えて面発光レーザ 11 の各発光部  $LD1 \sim LDn$  に印加する、具体的には、レーザ消灯時には順バイアスであつてレーザ発振閾値電圧よりも低い電圧をあらかじめ印加しておくことにより、変調時の印加電圧の振幅を小さく抑えることができるため、変調モードに迅速に移行できる。

## 【 0 0 6 5 】

しかも、各発光部  $LD1 \sim LDn$  ごとに駆動電圧  $V1 \sim Vn$  を個別に制御してレーザ光量を均一化できるとともに、電圧源 12, 13 さえ理想的であればスイッチ  $SW1 \sim SWn$  のスイッチング速度まで変調速度を上げることができる。スイッチ  $SW1 \sim SWn$  としてサブミクロン MOS によるトランスファークゲートを使用すれば、スイッチング時間（速度）を  $1\text{ nsec}$  以下とすることも可能である。その結果、面発光レーザ 11 の各発光部  $LD1 \sim LDn$  に対して、個別の光



量制御と高速変調とを両立できる面発光レーザ駆動装置を実現できる。

## 【 0 0 6 6 】

ここで、電圧源 1 2, 1 3 が理想的であると仮定したが、ここで言う理想的な電圧源とは、周波数によらず出力インピーダンスが数 1 0  $\Omega$  以下であるような電圧源である。

## 【 0 0 6 7 】

ところで、本発明に係る発光素子駆動装置は電圧駆動型であるが、回路素子を直接電圧で駆動すること自体は周知の技術である（例えば、特開昭 5 7 - 7 6 8 8 4 号公報参照）。ここで、この周知技術に示されているような電圧駆動を想定してこれにスイッチ S W を付加し、図 2 に示すように、スイッチ S W の一方の入力端子 a にバイアス電圧 V b i a s を、他方の入力端子 b にエミッタフォロワのトランジスタ Q を通して駆動電圧 V d r i v e をそれぞれ与えることによって面発光レーザ（発光部） L D を駆動する場合を考える。

## 【 0 0 6 8 】

ここでは、バイポーラトランジスタによるエミッタフォロワとしたが、これは F E T （電界効果トランジスタ）によるソースフォロワや、アバランシェダイオードやツェナーダイオードなどの定電圧素子を使っても同様である。このような素子は等価的には、図 3 に示すように、電圧源 V p と内部抵抗 R p で表される。また、スイッチ S W d が切り替わった瞬間に電圧が変動しないようにデカップリングコンデンサ C を入れて駆動パルスの立ち上がり特性を改善することが通常行われる。

## 【 0 0 6 9 】

図 3 に示す等価回路において、エミッタフォロワのトランジスタ Q に面発光レーザ L D と同程度の電流を流した場合には、スイッチ S W d を V b 側（バイアス電圧側）→ V p 側（駆動電圧側）→ V b 側と切り替えると、図 4 の波形図に示すように、V b 側に切り替えた瞬間の B 点電位が時定数 R p  $\times$  C で減少し、最終的に、面発光レーザ L D への電流によるスイッチ S W d の内部抵抗 R s w 1 と内部抵抗 R p での電圧降下分だけ低い値となる。

## 【 0 0 7 0 】

このように、面発光レーザLDをONした後にレーザ駆動電圧（B点の電位）が変動するのは、スイッチSWdがVb側に接続されていて電圧源Vpが無負荷の状態になると、電圧源Vpの内部抵抗Rpによる電圧降下がなくなり、デカップリングコンデンサCが電圧源Vpの開放端子電圧によって充電されるためである。すなわち、電圧源Vpの内部抵抗Rpがあると、面発光レーザLDを点灯した瞬間にオーバーシュートを生じる。

## 【0071】

また、エミッタフォロワ（または、ソースフォロワ）の場合には、高速駆動を実現しようとする、エミッタフォロワのトランジスタQに面発光レーザLDに流す電流よりも大きな電流を流さなければならぬため、駆動装置の消費電力が大きくなってしまふ。特に、発光部を多数有する面発光レーザの駆動を考えた場合には、発光部の数だけ用意されたエミッタフォロワのトランジスタQの各々に大きな電流が流れることになり、駆動装置全体の消費電力も極めて大きなものとなるため、駆動装置のIC化が困難になる。

## 【0072】

これに対して、図5に1チャンネル分の回路構成を示す本基本概念に基づく技術では、図6に示す等価回路において、電圧源VpとしてA点の電位を帰還することで、A点のインピーダンスを無視できる程度に小さくしたオペアンプOPを使用している。また、負帰還による出力インピーダンスの低減効果は周波数と共に減少するため、その補償用にデカップリングコンデンサCを接続する。

## 【0073】

このように、全周波数帯域に亘って出力インピーダンス（＝内部抵抗）を無視できるようにした電圧源を接続すると、負荷電流の有無によらずB点の電位が一定に制御されていることから、図7に示すように、スイッチSWdのON/OFFに伴う駆動電圧の変動は防止できる。

## 【0074】

また、フィードバックによって電圧が安定化された電圧源出力端子にデカップリングコンデンサCが接続されていることにより、負荷の有無で出力電位が変わらないため、レーザ点灯時のオーバーシュートを防止できる。デカップリングコ

ンデンサCには、その容量値をスイッチSWdからみた面発光レーザLDの駆動端の寄生容量の容量値よりも大きく設定することで、電圧変動の抑制効果を持たせることができる。

## 【0075】

また、レーザ点灯時の駆動パルス（電圧パルス）の立ち上がり時定数 $\tau$ は、電圧源出力端子から面発光レーザLDの駆動端までの抵抗、即ち図6に示す等価回路でのスイッチSWdの内部抵抗 $R_{sw1}$ と面発光レーザLDの内部抵抗 $R_{ld}$ との合成並列抵抗の抵抗値と、スイッチICと配線に起因する寄生容量 $C_s$ の容量値との積で決定される。したがって、少なくとも電圧源出力端子から面発光レーザLDの駆動端までの抵抗値を面発光レーザLDの微分抵抗値（数100 $\Omega$ ）よりも小さく設定することで、レーザ点灯時の駆動パルスの立ち上がり時定数 $\tau$ を小さく（短く）することができる。

## 【0076】

ここで、寄生容量 $C_s$ の容量値は、ICの入出力容量にプリント基板配線での寄生容量の容量値を加えて数10pF程度となるため、立ち上がりを1nsec程度にするためには100 $\Omega$ 以下にする必要があるが、最近のCMOSトランジスタをスイッチに使用すれば容易にオン抵抗として数10 $\Omega$ が実現できるため変調速度には何ら障害とはならない。

## 【0077】

さらに、本基本概念に基づく技術においては、第2の電圧源13を構成するオペアンプOPに流れる電流を、面発光レーザLDに流れる電流よりも小さく設定した構成を採っていることから、発光部を多数有する面発光レーザの高速駆動を実現する場合であっても、個々のオペアンプOPでの消費電力を低く抑えることができ、駆動装置全体の低消費電力化が図れるため容易にIC化できる。

## 【0078】

ここで、オペアンプOPに流れる電流とは、オペアンプOPの最終段を構成するトランジスタに流れる平均電流である。また、第2電圧源13においては、オペアンプOPに負帰還を施す回路構成を採ることで、オペアンプOPの最終段を構成するトランジスタに流れる平均電流を、面発光レーザLDに流れる電流より

も小さく設定するようにしている。

【 0 0 7 9 】

[第 1 実施形態]

図 8 は、本発明の第 1 実施形態に係る発光素子駆動装置、例えば面発光レーザ駆動装置を用いた駆動システムの構成例を示す回路図である。本実施形態では、例えば 3 6 個の発光部 L D 1 ~ L D 3 6 を有する面発光レーザ 2 1 を駆動対象の発光素子として用いている。

【 0 0 8 0 】

図 8 において、本実施形態に係る面発光レーザ駆動システムは、バイアス電圧  $V_{bias}$  を発生する第 1 の電圧源 2 2、駆動電圧（制御電圧）を発生する第 2 の電圧源（可変電圧源） 2 3 および面発光レーザ 2 1 の光量を検出する光量検出回路 2 4 を有する構成となっており、第 1 の電圧源 2 2 および第 2 の電圧源 2 3 が図 1 の第 1 の電圧源 1 2 および第 2 の電圧源 1 3 にそれぞれ対応している。

【 0 0 8 1 】

第 1 の電圧源 2 2 で発生されるバイアス電圧  $V_{bias}$  は、発光部（レーザ）L D が消灯時に当該発光部 L D に印加する電圧を決めており、変調速度を上げるために発光部 L D が発光しない条件でなるべく高い電圧に設定されている。通常は、複数の発光部のうちの最も低いレーザ発振閾値電圧を基準にこれよりもわずかに低い電圧に設定される。

【 0 0 8 2 】

第 2 の電圧源 2 3 は、アンプ 2 3 1、可変抵抗  $V_R$ 、バッファ 2 3 2、スイッチ  $SW_1$ 、面発光レーザ 2 1 の発光部 L D 1 ~ L D 3 6 にそれぞれ対応して設けられた 3 6 チャンネル（ $ch$ ）分の駆動制御回路 2 3 3 - 1 ~ 2 3 3 - 3 6、スイッチ  $SW_{fb1} \sim SW_{fb36}$  およびコンデンサ  $C_{fb1} \sim C_{fb36}$  を有する構成となっている。

【 0 0 8 3 】

アンプ 2 3 1 は、目標とするレーザパワーに対応して設定された基準電圧  $V_{ref}$  を非反転（+）入力とし、光量検出回路 2 4 からスイッチ  $SW_1$  を介して供給される検出信号を反転（-）入力としている。スイッチ  $SW_{fb1} \sim SW_{fb36}$

36とコンデンサCfb1～Cfb36とは面発光レーザ21の発光部LD1～LD36にそれぞれ対応して設けられたものであり、スイッチSWfb1とコンデンサCfb1、スイッチSWfb2とコンデンサCfb2、………という具合に、それぞれアンプ231の反転入力端子と出力端子との間に直列に接続されている。

## 【0084】

可変抵抗VRはアンプ231の出力端子とバイアス電圧Vbiasが与えられるバイアスラインLとの間に接続されている。バイアスラインLとグランドとの間にはコンデンサC1が接続されている。そして、アンプ231の出力電圧は、可変抵抗VRおよびバッファ232を通して駆動制御回路233-1～233-36に制御電圧Vcontとして与えられる。また、駆動制御回路233-1～233-36には、バイアスラインLを経由してバイアス電圧Vbiasが共通に与えられる。

## 【0085】

なお、本例では、バイアス電圧Vbiasを36ch分の駆動制御回路233-1～233-36の全てに対して共通に与えるとしたが、面発光レーザ21の36個の発光部LD1～LD36間でレーザ発振閾値電圧に大きなばらつきがある場合には、電圧値の異なるバイアス電圧Vbiasを複数用意し、発光部LD1～LD36個々に、あるいはレーザ発振閾値電圧に近いもの同士をグループにして各グループごとに最適に近い電圧値のバイアス電圧Vbiasを与えるようにすることも可能である。これによれば、バイアス電圧Vbiasを36ch分設ける場合に比較して回路構成を複雑化することなく、レーザ発振閾値電圧のばらつきに対応することができる。

## 【0086】

36ch分の駆動制御回路233-1～233-36は、全て同じ回路構成となっている。したがって、その具体的な回路構成については、1ch分の駆動制御回路233の回路構成を拡大して示す図9を用いて説明する。なお、駆動制御回路233-1～233-36は、図1のスイッチSW1～SWn (n=36)を含む構成となっている。

## 【 0 0 8 7 】

図 9 から明らかなように、駆動制御回路 2 3 3 は、アンプ 2 3 5、抵抗  $R_1$ 、3 個のコンデンサ  $C_{sh}$ 、 $C_p$ 、 $C_{ld}$ 、8 個のスイッチ  $SW_{sh}$ 、 $SW_p$ 、 $SW_n$ 、 $SW_{shp}$ 、 $SW_s$ 、 $SW_d$ 、 $SW_c$ 、 $SW_e$  および 3 個の電流源  $I_1$ 、 $I_2$ 、 $I_3$  を有する構成となっている。

## 【 0 0 8 8 】

抵抗  $R_1$  の一端には、第 2 の電圧源 2 3 から供給される制御電圧  $V_{cont}$  が与えられる。スイッチ  $SW_{sh}$  は、その入力端が抵抗  $R_1$  の他端に接続され、その出力端がアンプ 2 3 5 の反転入力 ( - ) 端子に接続されている。コンデンサ  $C_{sh}$  は、アンプ 2 3 5 の反転入力端子とグランドとの間に接続されている。アンプ 2 3 5 の非反転 ( + ) 入力端子はノード  $N_1$  に接続されている。なお、ここでは、アンプ 2 3 5 の反転入力端子側にスイッチ  $SW_{sh}$  を接続したが、スイッチ  $SW_{sh}$  で発生するスイッチングノイズや、スイッチ  $SW_{sh}$  や抵抗  $R_1$  に起因するリークを避けるために、スイッチや抵抗の接続順序や形態を変更することも可能である。

## 【 0 0 8 9 】

電流源  $I_1$  およびスイッチ  $SW_p$  は、電源  $V_{cc}$  とノード  $N_1$  との間に直列に接続されている。電流源  $I_1$  は、その電流  $I_p$  がアンプ 2 3 5 の出力電圧によって制御される。スイッチ  $SW_n$  および電流源  $I_2$  は、ノード  $N_1$  とグランドとの間に直列に接続されている。スイッチ  $SW_p$  およびスイッチ  $SW_n$  は、ノーマルクローズのスイッチである。

## 【 0 0 9 0 】

電流源  $I_3$  およびスイッチ  $SW_s$  は、電源  $V_{cc}$  と面発光レーザ 2 1 の発光部 LD のアノードが接続されるノード  $N_2$  との間に直列に接続されている。スイッチ  $SW_{shp}$  は、その一方の端子がアンプ 2 3 5 の出力に、その他方の端子が電流源 3 にそれぞれ接続されている。コンデンサ  $C_p$  は、電源  $V_{cc}$  とスイッチ  $SW_{shp}$  の他方の端子との間に接続されている。電流源  $I_1 \sim I_3$  は、例えばカレントミラー回路によって構成される。

## 【 0 0 9 1 】

スイッチ  $SWc$  およびコンデンサ（デカップリングコンデンサ） $C1d$  は、ノード  $N2$  とグラウンドとの間に直列に接続されている。スイッチ  $SWd$  は、その一方の入力端子  $b$  がノード  $N1$  に、その出力端子  $c$  がノード  $N2$  にそれぞれ接続され、その他方の入力端子  $a$  には第 1 の電圧源 21 からバイアス電圧  $Vbias$  が与えられる。スイッチ  $SWe$  は、ノード  $N1$  とコンデンサ  $C1d$  およびスイッチ  $SWc$  の接続点との間に接続されている。

## 【0092】

再び図 8 において、光量検出回路 24 は、面発光レーザ 21 の発光部  $LD1 \sim LD36$  が発するレーザ光を検出する光検出器として、例えばフォトダイオード  $PD$  を用いている。このフォトダイオード  $PD$  は、そのカソードが電源  $Vcc$  に接続されている。フォトダイオード  $PD$  のアノードには抵抗  $R$  の一端が接続されている。抵抗  $R$  の他端は接地されている。フォトダイオード  $PD$  のアノードと抵抗  $R$  の一端との接続点には、アンプ 241 の非反転入力端子が接続されている。この反転入力端子には、スイッチ  $SW2$  を介して先述した基準電圧  $Vref$  が印加される。アンプ 241 は、その反転入力端子と出力端子とが接続された構成となっている。

## 【0093】

かかる構成の光量検出回路 24 は、フォトダイオード  $PD$  が面発光レーザ 21 の発光部  $LD1 \sim LD36$  が発するレーザ光を検出することで、その光量に応じた検出信号を出力する。この光量検出回路 24 の検出信号、即ちアンプ 241 の出力信号は、先述した第 2 の電圧源 23 におけるアンプ 231 の反転入力端子にスイッチ  $SW1$  を介して供給される。すなわち、光量検出回路 24 の検出信号を第 2 の電圧源 23 を経由して駆動制御回路 233-1 $\sim$ 233-36 に帰還することで、面発光レーザ 21 の発光部  $LD1 \sim LD36$  の各レーザパワーを、基準電圧  $Vref$  で規定されるパワーになるように制御する自動光量制御（以下、APC：オートパワーコントロールと記す）を行うフィードバック系が構成されている。

## 【0094】

次に、上記構成の本実施例に係る面発光レーザ駆動回路の回路動作について、

図 8 および図 9 を用いて説明する。そのタイミングチャートを図 1 0 に示す。なお、図 1 0 のタイミングチャートには、1 回の A P C モードで面発光レーザ 2 1 の 3 6 個の発光部 L D 1 ~ L D 3 6 について A P C を順に実行し、これを 4 回分繰り返した後、変調モードに移行する場合を例に採って示している。

## 【 0 0 9 5 】

また、図 1 0 のタイミングチャートにおいては、第 2 の電圧源 2 3 のスイッチ S W f b およびスイッチ S W 1、駆動制御回路 2 3 3 のスイッチ S W s h、S W p、S W n、S W s h p、S W s、S W d、S W c、S W e、並びに光量検出回路 2 4 のスイッチ S W 2 を O N / O F F 制御する各スイッチングパルスについては正論理で、また識別を容易にするために各スイッチと同一符号を付して示している。

## 【 0 0 9 6 】

駆動制御回路 2 3 3 において、スイッチ S W d は端子 a 側に接続された図示の状態が O F F、端子 b 側に接続された状態が O N とする。スイッチ S W c は面発光レーザ 2 1 の発光部 L D が O N したときにアノード電位が速やかに規定電位となるように同時に O N 状態となる。さらに、発光部 L D が O F F するときにはスイッチ S W e を O N することで、発光部 L D を O N したときのアノード電圧をデカップリングコンデンサ C 1 d に充電する。

## 【 0 0 9 7 】

まず、電源投入 ( P o w e r O N ) 後、時刻 T 0 - でスイッチ S W f b 1、スイッチ S W 1、スイッチ S W s h、スイッチ S W s、スイッチ S W s h p およびスイッチ S W d が O N 状態、スイッチ S W p、スイッチ S W n、スイッチ S W c およびスイッチ S W e が O F F 状態となる。このとき、電流源 I 3 の電流 I s がスイッチ S W s を経由して発光部 L D 1 に流れる。これにより、発光部 L D 1 が点灯する。

## 【 0 0 9 8 】

発光部 L D 1 が点灯すると、そのレーザ光を光量検出回路 2 4 のフォトダイオード P D が受光し、フォトダイオード P D にはその光量に応じた電流が流れる。このフォトダイオード P D に流れる電流は抵抗 R により電圧に変換され、アンプ



241で増幅されて発光部LD1のレーザパワーに応じた検出電圧として出力される。

#### 【0099】

この検出電圧は第2の基準電圧源23に供給され、スイッチSW1を経由してアンプ（誤差増幅器）231の反転入力となる。アンプ231は、この検出電圧と基準電圧 $V_{ref}$ との差分（誤差電圧）を増幅して出力する。アンプ231の出力電圧は、バイアス電圧 $V_{bias}$ との差電圧が可変抵抗VRで分圧された電圧として得られ、バッファ232を経由してch1の駆動制御回路233-1に供給される。

#### 【0100】

駆動制御回路233-1、即ち図9に示す駆動制御回路233において、バッファ232を経由して入力された制御電圧 $V_{cont}$ は、抵抗R1およびスイッチSWshを介してアンプ（オペアンプ）235に供給される。アンプ235はその入力電圧に応じて電流源I1の電流 $I_p$ を制御することで、発光部LD1のレーザパワーを制御する。このフィードバック制御により、最終的には、光量検出回路24の検出電圧が基準電圧 $V_{ref}$ と一致して収束する。以上の一連の制御がAPC（自動光量制御）である。

#### 【0101】

このあと、スイッチSWfb1、スイッチSWshpおよびスイッチSWshをOFFすると、そのときのそれぞれの制御電圧が直列に接続されているコンデンサCfb1、コンデンサCpおよびコンデンサCshに保持される。このときコンデンサCfb1、コンデンサCpおよびコンデンサCshに保持される電圧はそれぞれch1でのアンプ231の出力電圧、発光部LD1に対する駆動電流を設定する制御電圧およびそのときの発光部LD1の端子電圧となる。

#### 【0102】

以上の動作を面発光レーザ21の発光部LDの数（本例では、36個）だけ連続的に繰り返すことにより、36チャンネル分の駆動制御回路233-1～233-36の全制御電圧を、アンプ231の反転入力端子と出力端子との間に接続された36個のコンデンサCfb1～Cfb36に保持する。そして、36チャ

ンネルのAPCを終了したら、スイッチSW1をOFFにするとともに、スイッチSWfb1をON状態にしてch1での制御電圧をアンプ231の出力電圧として次のAPCに備える。

## 【0103】

また、次のAPCまでは光量検出回路24のスイッチSW2をONし、アンプ241の出力電圧が変調期間の間基準電圧Vrefになるようにしておく。これにより、次のAPC開始時にフォトダイオードPDの検出出力が定常状態になるのに要する時間を短縮できる。この結果、次にAPCが開始されたときに各ノードは先程の光量制御時の最終電圧から負帰還制御が行われるため、必ずしも一回の制御で最終電圧まで収束させる必要がない。このことは、特にレーザ光を主走査方向に走査する光学走査系にポリゴンミラーを用いたレーザゼログラフィーでは重要で、間欠的に制御を行うことで感光体に対する不要な露光を防止し、感光体の劣化を抑えることができる。

## 【0104】

第2の電圧源23において、アンプ231の出力端子に一端が接続された可変抵抗VRは負帰還のゲインを調整するために設けられたものであり、負帰還ループの安定性と精度を両立できるようにその抵抗比、即ちアンプ231の出力電圧とバイアス電圧Vbiasとの差電圧の分圧比が設定される。

## 【0105】

また、可変抵抗VRの他端がバイアス電圧VbiasのバイアスラインLに接続されているが、これは発光部LDの端子電圧がレーザ発振閾値電圧以上で制御されているための処置である。このようにすることで、負帰還ループのゲインを小さくしてもバッファ232に供給する電圧が、レーザ発振閾値電圧よりも低くなり、制御不能となることを防止している。なお、ここでは、可変抵抗VRの他端にバイアス電圧Vbiasを与えたとしたが、別に電源を設けて当該電源から所定の電源電圧を与えるようにしても良く、このようにすることで、より細かく制御することもできる。

## 【0106】

図9に示す駆動制御回路233において、コンデンサ（デカップリングコンデ

ンサ) C1dはスイッチSWdがONとなり、発光部LDに電流が流れた瞬間にスイッチSWcをONして発光部LDの端子電圧が速やかに本来の駆動電圧となるようにしている。しかし、コンデンサC1dの容量値は限られているので、コンデンサC1dだけではいずれ端子電圧は低下してレーザ光量も低下する。これを補償するために、負帰還したアンプ235がスイッチSWdを経由して接続されている。したがって、コンデンサC1dの容量値はアンプ235の応答速度から決められる。

## 【0107】

通常、CMOSオペアンプでは応答するのに $1\mu\text{sec}$ 程度の時間が必要なため、アンプ235としてCMOSオペアンプを用いる場合には、 $1\mu\text{sec}$ でコンデンサC1dの端子電圧が落ちる程度が許容変動以内となるように設定する。具体的には、面発光レーザ21の駆動電流が $1\text{mA}$ であるならば、電圧変動は $1/C \times 1\text{mA} \times 1\mu\text{sec} = 1/C \times 10^{-9}$ となる。

## 【0108】

許容光量変動を2%とし、面発光レーザ21の内部抵抗を $500\Omega$ とし、光量許容変動に対する電圧変動が $10\text{mV}$ と仮定すると、コンデンサC1dの容量Cとして $0.1\mu\text{F}$ が必要となる。しかしこの値は本駆動装置全体を1チップのICに収めようとするとき大きすぎる。また、このようなコンデンサを例えばICチップの外部に接続するなどして実現できたとしても、アンプ235の出力電位、即ち内部の制御電位が負荷変動によって変化するためスイッチSWdがONした瞬間に発光部LDの端子電圧は変動する。そして、負帰還が収束するまでの間2%とは言え電圧源出力が不安定となる。

## 【0109】

この対策として、スイッチSWdと同期してスイッチSWsをONさせ、レーザ駆動電流、即ち電流源I3の電流Isを、補償電流として発光部LDの駆動端(アノード)に流し込むようにしている。このようにすると、アンプ235からの出力電流変動、即ち電圧源の出力電流変動がスイッチSWdの状態に関わらず小さく抑えられるため、スイッチSWdがONした際の負荷変動による電圧源の過渡的な電圧変動を防止することができる。さらにこのようにすると、コンデン

サ C 1 d が発光部 L D の端子電圧を維持する時間は電流源 I 3 が発光部 L D の駆動端に電流を流し始める時間までとなる。

#### 【0 1 1 0】

電流源 I 3 を図 1 1 の M O S トランジスタ M 1 0 で構成した場合には、その応答性はオペアンプの応答性に比べてはるかに速いため、それだけコンデンサ C 1 d への負担が小さくなる。その結果、コンデンサ C 1 d の容量値を小さくすることが可能となる。また、レーザ駆動電流が電流源 I 3 から供給されるため、スイッチ S W d やスイッチ S W c の O N 抵抗による電圧変動は無視できるレベルまで小さくすることが可能となる。ここで必要なコンデンサ C 1 d の容量としては、レーザ端子に接続されている寄生容量を充電すれば良いため、寄生容量の 1 0 0 倍から 1 0 0 0 倍程度となる。

#### 【0 1 1 1】

なお、図 1 0 のタイミングチャートにおいて、例えば時刻 T 1 を例にとると、時刻 T 1 に対して僅かに位相が前後にずれた 2 つの時刻 T 1 - , T 1 + を示しているが、これらの時刻 T 1 - , T 1 + は標準の動作タイミングとなる時刻 T 1 での動作に対して回路動作上、S / H (サンプルホールド) 回路などオーバーラップして欲しくない動作に対するタイミングを表している。

#### 【0 1 1 2】

図 1 1 は、図 9 に示す駆動制御回路 2 3 3 の具体的な回路構成を示す回路図であり、アンプ 2 3 5 およびスイッチ S W s h , S W p , S W n , S W s h p , S W s , S W d , S W c , S W e を、M O S トランジスタを用いて実現した場合を示している。なお、ここでは、図 9 に示す駆動制御回路 2 3 3 におけるスイッチ S W s h 、抵抗 R 1 およびコンデンサ C s h については省略して示している。また、図 1 1 において、図 9 と同等部分には同一符号を付して示している。

#### 【0 1 1 3】

図 1 1 において、アンプ 2 3 5 は、ソースが互いに接続されて差動対をなす N c h M O S トランジスタ M 1 , M 2 と、そのソース共通接続点とグランドとの間に接続された N c h M O S トランジスタ M 3 と、差動対トランジスタ M 1 , M 2 の各ドレインと電源 V c c との間に接続された P c h M O S トランジスタ M 4 ,

M5 とからなる通常のオペアンプの差動アンプで構成されている。

【0114】

上記構成のアンプ235において、MOSトランジスタM1のゲートには、抵抗R1およびスイッチSWshを経由した制御電圧Vcontが与えられ、MOSトランジスタM2のゲートにはノードN1の電位が与えられる。MOSトランジスタM3は、そのゲートが一定電圧Vgによってバイアスされることによって定電流回路を構成している。MOSトランジスタM4、M5は能動負荷であり、各ゲートが共通に接続されかつトランジスタM5がゲートとドレインが共通に接続されることによってカレントミラー回路を構成している。

【0115】

電源VccとノードN1との間にはPchMOSトランジスタM6、M7が直列に接続されている。MOSトランジスタM6は電流源I1を構成しており、そのゲートにはアンプ235におけるMOSトランジスタM1のドレイン出力が与えられる。MOSトランジスタM7はスイッチSWpを構成しており、そのゲートには図10に示すスイッチングパルスSWpnを反転したスイッチングパルスSWpnXが印加される。

【0116】

ノードN1とグランドとの間にはNchMOSトランジスタM8、M9が直列に接続されている。MOSトランジスタM8はスイッチSWnを構成しており、そのゲートには図10に示すスイッチングパルスSWpnが印加される。MOSトランジスタM9は電流源I2を構成しており、そのゲートには一定のバイアス電圧Vgが与えられている。これらトランジスタM6～M9もオペアンプとなっており、前段のアンプ235と共に2段のオペアンプを構成している。

【0117】

電源VccとノードN1との間にはさらにPchMOSトランジスタM10、M11が直列に接続されている。MOSトランジスタM10は電流源I3を構成している。MOSトランジスタM11はスイッチSWsを構成し、そのゲートには図10に示すスイッチングパルスSWsを反転したスイッチングパルスSWsXが印加される。MOSトランジスタM10のゲートと電源Vccとの間にはコ

ンデンサC<sub>p</sub>が接続されている。

【0118】

MOSトランジスタM<sub>6</sub>、M<sub>10</sub>の各ゲート間には、PMOSトランジスタM<sub>12</sub>およびNMOSトランジスタM<sub>13</sub>が並列に接続されている。これらMOSトランジスタM<sub>12</sub>、M<sub>13</sub>はトランスファークゲートを構成し、MOSトランジスタM<sub>12</sub>のゲートには図10に示すスイッチングパルスSW<sub>shp</sub>を反転したスイッチングパルスSW<sub>shp</sub>Xが印加され、MOSトランジスタM<sub>13</sub>のゲートには図10に示すスイッチングパルスSW<sub>shp</sub>が印加される。

【0119】

ここで、MOSトランジスタM<sub>6</sub>のゲートに印加される制御電圧は、CMOSトランスファークゲート(M<sub>12</sub>、M<sub>13</sub>)を経由してMOSトランジスタM<sub>10</sub>のゲートにも印加され、APC時には、MOSトランジスタM<sub>10</sub>で面発光レーザ21の発光部LDを駆動する。このとき、制御電圧はコンデンサC<sub>p</sub>に保持される。また、MOSトランジスタM<sub>10</sub>、M<sub>11</sub>については、望ましくはデュアルゲートMOSトランジスタで構成する。これにより、両トランジスタM<sub>10</sub>、M<sub>11</sub>の接続部でのソース・ドレインの寄生容量を最小にできるため、トランジスタM<sub>10</sub>で構成される電流源I<sub>3</sub>の立ち上がり速度(応答速度)を速くすることができる。

【0120】

ノードN<sub>1</sub>とノードN<sub>2</sub>との間にはPchMOSトランジスタM<sub>14</sub>が接続され、V<sub>bias</sub>電源とノードN<sub>2</sub>との間にはPchトランジスタM<sub>15</sub>が接続されている。MOSトランジスタM<sub>14</sub>、M<sub>15</sub>はスイッチSW<sub>d</sub>を構成し、MOSトランジスタM<sub>14</sub>のゲートには図10に示すスイッチングパルスSW<sub>d</sub>を反転したスイッチングパルスSW<sub>d</sub>Xが印加され、MOSトランジスタM<sub>15</sub>のゲートにはスイッチングパルスSW<sub>d</sub>が印加される。

【0121】

ノードN<sub>1</sub>とノードN<sub>2</sub>との間にはさらにPchMOSトランジスタM<sub>16</sub>、M<sub>17</sub>が直列に接続されている。MOSトランジスタM<sub>16</sub>はスイッチSW<sub>e</sub>を構成し、そのゲートには図10に示すスイッチングパルスSW<sub>e</sub>を反転したスイ

ツチングパルス  $SW_c$  が印加される。MOS トランジスタ  $M_{17}$  はスイッチ  $SW_c$  を構成し、そのゲートには図 10 に示すスイッチングパルス  $SW_c$  を反転したスイッチングパルス  $SW_cX$  が印加される。

#### 【0122】

MOS トランジスタ  $M_{16}$  のドレイン (MOS トランジスタ  $M_{17}$  のソース) とグランドとの間にはコンデンサ  $C_{1d}$  が接続されている。ここで、電流源  $I_3$  はオペアンプによる電圧源に比較して圧倒的に速いことから、コンデンサ  $C_{1d}$  で電圧変動を抑える寄与が小さくなるため、コンデンサ  $C_{1d}$  の容量値を小さくすることができる。なお、 $V_{bias}$  電源は、バイアス電圧  $V_{bias}$  を発生するための図 8 に示す第 1 の電圧源 22 に相当する。

#### 【0123】

アンプ 235 の MOS トランジスタ  $M_2$  のドレインと MOS トランジスタ  $M_2$  のゲート (ノード  $N_1$ ) との間には、抵抗  $R_0$  およびコンデンサ  $C_c$  が直列に接続されている。抵抗  $R_0$  はオペアンプ、即ちアンプ 235 の構成によるが、容量負荷による発振を防止するために設けられている。また、コンデンサ  $C_c$  は位相補償用のコンデンサである。

#### 【0124】

ここで必要なことは、ノード  $N_1$  の電位がオペアンプの入力側に負帰還されていて、ノード  $N_1$  のインピーダンスが無視できるくらい小さくなっていることである。オペアンプの構成を工夫したり、容量負荷を発振なしに接続するための既存の技術はこの中に含まれるものである。

#### 【0125】

なお、本実施例に係る面発光レーザ駆動装置では、面発光レーザ 21 の発光部 LD のアノードを駆動端としており、アノードから駆動電流を流し込むことによって駆動するようになっている。このため、上記構成の駆動制御回路 233 においては、電流源として発光部 LD のアノードに対して電流を掃き出すタイプ (いわゆるソース) の構成を採る必要があることから、アンプ 235 の電流源を  $Nch$  MOS トランジスタ  $M_3$  で、能動負荷を  $Pch$  MOS トランジスタ  $M_4$ 、 $M_5$  でそれぞれ構成している。

## 【 0 1 2 6 】

しかしながら、この回路構成に限られるものではなく、アンプ 2 3 5 を構成する MOS トランジスタを逆導電型とし、カレントミラー回路を用いて電流の向きを反転することにより、発光部 LD のアノードに対して電流を掃き出すタイプの電流源を構成することも可能である。その変形例に係る駆動制御回路 2 3 3' の回路構成を図 1 2 に示す。

## 【 0 1 2 7 】

先の構成例に係る駆動制御回路 2 3 3 のアンプ 2 3 5 において、差動アンプが N c h MOS トランジスタ M 1, M 2、定電流回路が N c h MOS トランジスタ M 3、カレントミラー回路が P c h MOS トランジスタ M 4, M 5 でそれぞれ構成されているのに対し、本変形例に係る駆動制御回路 2 3 3' のアンプ 2 3 5' では、差動アンプが P c h MOS トランジスタ M 2 1, M 2 2、定電流回路が P c h MOS トランジスタ M 2 3、カレントミラー回路が N c h MOS トランジスタ M 2 4, M 2 5 でそれぞれ構成されている

## 【 0 1 2 8 】

MOS トランジスタ M 2 4, M 2 5 の各ゲートにはさらに、N c h MOS トランジスタ M 2 6 のゲートが接続されている。この MOS トランジスタ M 2 6 は、MOS トランジスタ M 2 4, M 2 5 と共にカレントミラー回路を構成している。このカレントミラー回路は、アンプ 2 3 5' に流れる電流の向きを反転して取り出している。この電流は、ゲートとドレインとが接続されたダイオード接続の P c h MOS トランジスタ M 2 7 によって電圧に変換され、制御電圧として P c h MOS トランジスタ M 1 0 のゲートに与えられる。

## 【 0 1 2 9 】

上述したように、第 1 実施形態に係る面発光レーザ駆動装置においては、シングルモードで発光する面発光レーザは内部抵抗が大きい（端面発光レーザに比較して一桁以上大きい）ことに着目し、この面発光レーザの駆動端（本例では、アノード）を実質的に直接電圧駆動するようにしたことにより、その駆動端との間には変調速度を抑える原因となる抵抗成分が介在しないため、変調速度を高速化できる。



## 【 0 1 3 0 】

そして、例えばレーザゼログラフィーの分野において、そのレーザ光源として多数のレーザ光ビームを出射する面発光レーザを用い、この面発光レーザの駆動に本実施形態に係る駆動装置を用いて面発光レーザの微分抵抗値（数  $100\Omega$ ）よりも小さい出力インピーダンスの電圧源で駆動することにより、より高解像度化、より高速化に大きく寄与できることになる。

## 【 0 1 3 1 】

一例として、 $2400\text{dpi}$ 、 $256$ 階調、 $36$ ビームを想定した場合のプリント速度の電圧源出力インピーダンス依存性を図 13 に示す。同図から明らかなように、電圧源出力インピーダンスが数  $100\Omega$  よりも小さくなるにつれて、プリント速度をより高速化でき、 $10\Omega$  程度で極めて高いプリント速度が得られることがわかる。

## 【 0 1 3 2 】

ところで、面発光レーザに対して電圧印加による電圧駆動を続けた場合には、図 14 の波形図に示すように、電圧を印加した後時間が経過するにつれて面発光レーザに流れる電流が増大し、面発光レーザの光量は流れる電流に依存するためその光量が時間の経過につれて増大する。すなわち、電圧を印加した後、レーザ素子の温度が上昇するにつれて、同一の光量を与える端子電圧が低下しているところへ同じ電圧を印加し続けることによって駆動電流が増大し、その結果レーザ素子の光量も増大する。この光量変動は、例えばレーザゼログラフィーの分野において、形成画像の画質低下の一因となる。この点に鑑み、電圧駆動と電流駆動とを併用するようにしたのが、以下に説明する本発明の第 2 実施形態に係る発光素子駆動装置である。

## 【 0 1 3 3 】

## 〔第 2 実施形態〕

図 15 は、本発明の第 2 実施形態に係る発光素子駆動装置、例えば面発光レーザ駆動装置を用いた駆動システムの構成例を示す回路図である。本実施形態においても、例えば  $36$  個の発光部  $LD1 \sim LD36$  を有する面発光レーザ 31 を駆動対象の発光素子として用いている。

## 【 0 1 3 4 】

図 1 5 において、本実施形態に係る面発光レーザ駆動システムは、面発光レーザ 3 1 の発光部 L D 1 ~ L D 3 6 の各々に対応して設けられた 3 6 c h 分の駆動制御回路 3 2 - 1 ~ 3 2 - 3 6 と、面発光レーザ 3 1 の光量を検出する光量検出回路 3 3 と、この光量検出回路 3 3 の検出結果を駆動制御回路 3 2 - 1 ~ 3 2 - 3 6 に帰還するフィードバック系を構成する誤差増幅回路 3 4 と、駆動制御回路 3 2 - 1 ~ 3 2 - 3 6 の制御を行う制御回路 3 5 とを有する構成となっている。

## 【 0 1 3 5 】

3 6 c h 分の駆動制御回路 3 2 - 1 ~ 3 2 - 3 6 は、全て同じ回路構成となっている。すなわち、駆動制御回路 3 2 ( 3 2 - 1 ~ 3 2 - 3 6 ) は、図 1 5 に原理的に示すように、前段に電圧駆動手段、後段に電流駆動手段をそれぞれ有している。同図には、電圧駆動手段の典型例として、出力端子から反転入力端子に負帰還ループを持つと共に、非反転入力端子の入力側に光量制御時 ( A P C 時 ) の制御電圧を保持する入力側保持手段としてのコンデンサを持ち、さらに出力側にその出力電圧を保持する出力側保持手段としてのコンデンサを持つバッファアンプを示す。

## 【 0 1 3 6 】

また、電流駆動手段としては、電圧駆動手段の出力に対応して制御電圧が与えられる定電流源を示す。この定電流源は、制御電圧に応じて供給電流が制御される。例えば、定電流源が F E T で構成される場合、F E T のゲート電圧を制御することによって実現される。

## 【 0 1 3 7 】

図 1 5 では、原理的に、電圧駆動手段と電流駆動手段のそれぞれの出力と発光素子としてのレーザ素子 L D との間に設けられたスイッチ手段により、入力データに基づいて電圧駆動手段による電圧駆動と電流駆動手段による電流駆動とが切り換えられる。

## 【 0 1 3 8 】

次に、図 9 と実質的に同一で、表現形式が異なり、図 1 5 よりも実際の図 1 6 の回路図を用いて、1 c h 分の駆動制御回路 3 2 の具体的な回路構成について

説明する。

【 0 1 3 9 】

図 1 6 から明らかなように、駆動制御回路 3 2 は、面発光レーザ 3 1 の発光部 LD を電圧駆動する電圧駆動回路 4 1 と、面発光レーザ 3 1 の発光部 LD を電流駆動する電流駆動回路 4 2 と、電圧駆動回路 4 1 による電圧駆動と電流駆動回路 4 2 による電流駆動とを切り換えるスイッチ回路 4 3 とを有する構成となっている。ここで、スイッチ回路 4 3 は、当該スイッチ回路 4 3 を ON / OFF 制御する制御回路 3 5 (図 1 5 を参照) と共に、入力データに基づいて電圧駆動回路 4 1 による電圧駆動と電流駆動回路 4 2 による電流駆動とを切り換える切換手段を構成している。

【 0 1 4 0 】

電圧駆動回路 4 1 は、光量制御時 (APC 時) の電圧に対応した電圧、即ち誤差増幅回路 3 4 (図 1 5 を参照) の出力電圧を選択的に取り込むスイッチ 4 1 1 と、このスイッチ 4 1 1 で取り込んだ電圧を保持するコンデンサ 4 1 2 と、このコンデンサ 4 1 2 の保持電圧を非反転 (+) 入力とするオペアンプ 4 1 3 と、このオペアンプ 4 1 3 の出力電圧をバッファリングするバッファ 4 1 4 と、このバッファ 4 1 4 の出力電圧を選択的に出力するスイッチ 4 1 5 と、このスイッチ 4 1 5 の出力電圧を保持するコンデンサ 4 1 6 と、バイアス電圧  $V_{bias}$  を発生するバイアス電圧源 4 1 7 とを有する構成となっている。

【 0 1 4 1 】

この電圧駆動回路 4 1 は、当該電圧駆動回路 4 1 の出力電圧、即ちコンデンサ 4 1 6 に保持された電圧がスイッチ回路 4 3 を経由してオペアンプ 4 1 3 にその反転 (-) 入力として負帰還される構成となっている。なお、電圧駆動回路 4 1 の出力電圧は、面発光レーザ 3 1 の発光部 LD を順バイアス状態にしかつレーザ発振閾値電圧以上の電圧値に設定される。また、バイアス電圧  $V_{bias}$  は、面発光レーザ 3 1 の発光部 LD を順バイアス状態にしかつレーザ発振閾値電圧よりも低い電圧値に設定される。

【 0 1 4 2 】

電流駆動回路 4 2 は、オペアンプ 4 1 3 の出力電圧を反転するインバータ 4 2

1と、このインバータ421の出力電圧を選択的に取り込むスイッチ422と、このスイッチ422で取り込んだ電圧を保持するコンデンサ423と、このコンデンサ423に保持された電圧に対応した電流を出力する定電流源424とを有する構成となっている。

#### 【0143】

スイッチ回路43は、電圧駆動回路41の出力端、即ちコンデンサ416の出力端とノードN2との間に接続されたスイッチ431と、電流駆動回路423の出力端、即ち定電流源424の出力端とノードN2との間に接続されたスイッチ432と、ノードN2と面発光レーザ31の発光部LDの駆動端との間に接続されたスイッチ433と、発光部LDの駆動端とバイアス電圧源417の出力端との間に接続されたスイッチ434とを有する構成となっている。ここで、電圧駆動回路41のコンデンサ416に保持された電圧は、スイッチ431を経由してオペアンプ413に負帰還されることになる。

#### 【0144】

上記構成の駆動制御回路32において、電圧駆動回路41のスイッチ411、415、電流駆動回路42のスイッチ422およびスイッチ回路のスイッチ431～434は、図15に示す制御回路35により、パルスデータである入力データに基づいてON/OFF制御が行われる。

#### 【0145】

また、この駆動制御回路32は、基本的に、第1実施形態における駆動制御回路233（図9を参照）と同じ構成となっている。すなわち、図16と図9との対比において、図16の電圧駆動回路41が図9のアンプ235およびその周辺回路に対応し、図16の電流駆動回路42が図9の電流源I3およびその周辺回路に対応し、図16のスイッチ回路43が図9のスイッチSWc、SWd、SWsに対応している。

#### 【0146】

図16において、定電流源424はPMOSトランジスタを記号化したものであり、制御電圧はPMOSトランジスタのゲート電圧に対応する。このため、制御電圧を上げると電流は減少し、下げると電流は増大する。このように、制御電

圧に対する電流の変化が、NMOSトランジスタを用いた電流源とは逆になるため、同図では、インバータ（反転増幅器）421で制御電圧を反転するようにしている。

## 【0147】

図9においては、アンプ235の出力で電流源11を反転することなく制御しているため、ノードN1の電圧をアンプ235に帰還する際に非反転入力側に入力しているのに対して、図16においては、インバータ421が挿入されていることで、ノードN2の電位は誤差増幅器413の反転入力側に帰還しているが、図9、図16いずれにおいても負帰還がかかっている点において二つの回路は同一である。

## 【0148】

再び図15において、誤差増幅回路34は、光量制御時（APC時）にON状態となるスイッチ341と、目標とするレーザパワーに対応して設定された基準電圧 $V_{ref}$ を非反転（+）入力とし、光量検出回路33からスイッチ341を介して供給される検出信号を反転（-）入力とする誤差増幅器342と、誤差増幅器342の出力を当該誤差増幅器342にその反転入力として負帰還する負帰還ループ343とを有する構成となっている。

## 【0149】

負帰還ループ343は、面発光レーザ31のAPC時の誤差増幅器342の出力電圧に対応した電圧を保持するコンデンサ $C_{fb1} \sim C_{fb36}$ と、これらコンデンサ $C_{fb1} \sim C_{fb36}$ に対してそれぞれ直列に接続されたスイッチ $SW_{fb1} \sim SW_{fb36}$ とを、駆動制御回路32-1～32-36の数に対応して有する構成となっている。

## 【0150】

光量検出回路33は、面発光レーザ31の発光部LD1～LD36が発するレーザ光を検出する光検出器として、例えばフォトダイオードPDを用いている。この光量検出回路33としては、第1実施形態における光量検出回路24と全く同じ回路構成のものを用いることができる。

## 【0151】

次に、上記構成の第2実施形態に係る面発光レーザ駆動システムにおける駆動制御回路23の回路動作について、図17のタイミング波形図に基づいて各動作モードに対応した図18～図21の動作説明図を用いて説明する。図17のタイミング波形図において、(A)は入力データ（パルスデータ）、(B)は面発光レーザ31の端子電圧、(C)は面発光レーザ31の温度、(D)は面発光レーザ31の光量の各波形を示している。

#### 【0152】

駆動制御回路23の回路動作の制御は、制御回路35の制御の下に入力データに基づいて行われる。図17のタイミング波形図において、入力データであるパルスデータ(A)の立ち上がり期間では、制御回路35は、図18に示すように、スイッチ431、432、433をON状態、スイッチ411、415、422、434をOFF状態にする。これにより、コンデンサ416に保持されていた電圧が、スイッチ431およびスイッチ433を介して面発光レーザ31の発光部LDに印加される。

#### 【0153】

その結果、パルスデータ(A)の立ち上がり期間では、電圧駆動回路41による電圧駆動となる。多数のレーザ光を出射可能な面発光レーザを駆動する場合には、従来技術で述べたように、電流駆動よりも電圧駆動の方が有利であり、パルスデータ(A)の立ち上がりに応答して瞬時に面発光レーザ31を発光駆動できることになる。なお、電圧駆動回路41による電圧駆動の期間は、パルスデータの最小パルス幅以下に設定される。これにより、いかなるパルス幅のパルスデータに対してもその立ち上がり（または、立ち下がり）に応答してレーザ駆動を確実に行えることになる。

#### 【0154】

また、パルスデータ(A)の立ち上がり期間では、電圧駆動回路41による電圧駆動に切り換えると同時に、スイッチ432のON状態にすることによって電流駆動回路42による電流駆動も選択する。これにより、定電流源424からはコンデンサ423に保持されている電圧に応じて電流が出力され、この電流がスイッチ432およびスイッチ433を介して面発光レーザ31の発光部LDに供

給される。このときの定電流源 4 2 4 の電流は、第 1 実施形態での補償電流として面発光レーザ 3 1 の発光部 L D に流れる。

## 【 0 1 5 5 】

このように、パルスデータ (A) の立ち上がり期間での電圧駆動時に、定電流源 4 2 4 の電流を補償電流として面発光レーザ 3 1 の発光部 L D に流し込むことにより、オペアンプ 4 1 3 の出力電流変動がスイッチ 4 3 3 の状態に関わらず小さく抑えられるため、当該が ON した際の際の負荷変動による過渡的な電圧変動を防止することができる。

## 【 0 1 5 6 】

面発光レーザ 3 1 の発光駆動が開始されると、面発光レーザ 3 1 の発光部 L D には電流が流れるため、面発光レーザ 3 1 が発熱し、面発光レーザ 3 1 の温度 (C) は時間が経過するにつれて上昇する。

## 【 0 1 5 7 】

パルスデータ (A) の立ち上がり期間が過ぎると、制御回路 3 5 は、図 1 9 に示すように、スイッチ 4 3 2, 4 3 3 を ON 状態、スイッチ 4 1 1, 4 1 5, 4 2 2, 4 3 1, 4 3 4 を OFF 状態にする。これにより、コンデンサ 4 2 3 の保持電圧に応じて定電流源 4 2 4 から出力される電流が、スイッチ 4 3 2 およびスイッチ 4 3 3 を介して面発光レーザ 3 1 の発光部 L D に供給される。その結果、パルスデータ (A) の立ち上がり以降では、電流駆動回路 4 2 による電流駆動となる。

## 【 0 1 5 8 】

この電流駆動により、面発光レーザ 3 1 の発光部 L D には定電流源 4 2 4 から出力される一定の電流が流れることになる。これにより、面発光レーザ 3 1 の端子電圧 (B) は徐々に低下する。このとき、面発光レーザ 3 1 の温度 (C) が時間の経過に伴って上昇するものの、面発光レーザ 3 1 には一定の電流が流れており、この電流によって面発光レーザ 3 1 の光量 (D) が決まるため、パルスデータ (A) の立ち上がり以降も電圧駆動を続ける場合のような、面発光レーザ 3 1 の光量 (D) の変動を防止できる。

## 【 0 1 5 9 】

次に、パルスデータ (A) の立ち下がり期間では、制御回路 3 5 は、図 2 0 に示すように、スイッチ 4 1 5, 4 3 1, 4 3 4 を ON 状態、スイッチ 4 1 1, 4 2 2, 4 3 2, 4 3 3 を OFF 状態にする。これにより、バイアス電圧源 4 1 7 から発せられるバイアス電圧  $V_{bias}$  がスイッチ 4 3 4 を介して面発光レーザー 3 1 の発光部 LD に印加される (電圧駆動)。

#### 【0160】

このように、レーザー消灯時に、順バイアスであってレーザー発振閾値電圧よりも低いバイアス電圧  $V_{bias}$  をあらかじめ印加しておくことで、変調時の印加電圧の振幅を小さく抑えることができるため、変調モードに迅速に移行できる。また、パルスデータ (A) の立ち下がり期間を過ぎても、継続してバイアス電圧  $V_{bias}$  を印加しておくことで、上述したように、次の立ち上がり時に印加電圧振幅を小さく抑えることができる。

#### 【0161】

以上が変調期間における電圧駆動モード、電流駆動モードおよびレーザー消灯モードの各回路動作であるが、変調期間に入る前には、面発光レーザー 3 1 の光量を自動的に制御する APC モードの回路動作が行われる。

#### 【0162】

この APC モードでは、制御回路 3 5 は、図 2 1 に示すように、スイッチ 4 1 1, 4 2 2, 4 3 2, 4 3 3 を ON 状態、スイッチ 4 1 5, 4 3 1, 4 3 4 を OFF 状態にする。このとき、光量検出回路 3 3 から面発光レーザー 3 1 の光量に応じて出力される検出電圧は誤差増幅回路 3 4 に供給される。このとき、誤差増幅回路 3 4 において、ch1 のスイッチ  $SW_{fb1}$  が ON 状態にあり、入力された検出電圧はスイッチ 3 4 1 を介して誤差増幅器 3 4 2 にその反転入力として与えられる。

#### 【0163】

すると、誤差増幅器 3 4 2 は、光量検出回路 3 3 の検出電圧と基準電圧  $V_{ref}$  との差分を増幅して出力する。この誤差増幅器 3 4 2 の出力電圧は駆動制御回路 3 2 - 1 に供給される。この出力電圧は駆動制御回路 3 2 - 1、即ち図 1 6 に示す駆動制御回路 3 2 において、スイッチ 4 1 1 を経由してコンデンサ 4 1 2 に



保持される。すると、オペアンプ413はコンデンサ412の保持電圧に基づいて、インバータ421およびスイッチ422を介して定電流源424の電流を制御する。

## 【0164】

これにより、定電流源424からスイッチ432およびスイッチ433を介して面発光レーザ31の発光部LD1に供給される電流が変化し、結果として、ch1の発光部LD1のレーザパワーの制御が行われる。このフィードバック制御により、最終的には、光量検出回路33の検出電圧が基準電圧Vrefと一致して収束する。以上の一連の制御がAPCである。

## 【0165】

このあと、誤差増幅回路34のスイッチSWfb1、電流駆動回路42のスイッチ422および電圧駆動回路41のスイッチ411をOFFすると、そのときのそれぞれの制御電圧がコンデンサCfb1、コンデンサ423およびコンデンサ412に保持される。このとき、コンデンサCfb1、コンデンサ423およびコンデンサ412に保持される電圧はそれぞれch1での誤差増幅器342の出力電圧、発光部LD1に対する駆動電流を設定する制御電圧およびそのときの発光部LD1の端子電圧に対応する電圧となる。

## 【0166】

以上の動作を面発光レーザ31の発光部LDの数（本例では、36個）だけ連続的に繰り返すことにより、36チャンネル分の駆動制御回路32-1～32-36の全制御電圧を、誤差増幅器342の反転入力端子と出力端子との間に接続された36個のコンデンサCfb1～Cfb36に保持する。そして、36チャンネルのAPCを終了したら、誤差増幅回路34において、スイッチ341をOFFにするとともに、スイッチSWfb1をONにしてch1での制御電圧を誤差増幅器342の出力電圧として次のAPCに備える。

## 【0167】

上述したように、第2実施形態に係る面発光レーザ駆動装置においては、面発光レーザ31を電圧駆動する電圧駆動回路41と、面発光レーザ31を電流駆動する電流駆動回路42とを設け、電圧駆動回路41による電圧駆動と電流駆動回

路 4 2 による電流駆動とを入力データに基づいて切り換えることで、電圧駆動による利点と電流駆動による利点とを効果的に組み合わせることができるため、より理想に近い駆動制御を実現できる。

## 【 0 1 6 8 】

特に、入力データであるパルスデータの立ち上がり期間では電圧駆動回路 4 1 による電圧駆動とし、立ち上がり以降では電流駆動回路 4 2 による電流駆動に切り換えるようにしたことで、パルスデータの立ち上がりに応答して瞬時に面発光レーザ 3 1 を発光駆動できるとともに、パルスデータの立ち上がり以降も電圧駆動を続ける場合のような、面発光レーザ 3 1 の光量の変動を防止できる。

## 【 0 1 6 9 】

ところで、先述したように、面発光レーザ 3 1 は電流が流れることによって発熱し、その電流に応じて温度が上昇する。この面発光レーザ 3 1 の温度の上昇に伴い、図 1 7 のタイミング波形図から明らかなように、次に面発光レーザ 3 1 を駆動する際に、光量 (D) に温度変動分  $\Delta T$  に起因する光量ずれが発生することになる。通常の駆動制御では、この程度の光量ずれは問題にならないレベルのものであるが、より優れた駆動制御を実現するには、この温度変動分  $\Delta T$  の光量ずれも無い方が好ましい。この温度変動分  $\Delta T$  の光量ずれを補正する機能を備えるようにしたのが、以下に説明する本発明の第 3 実施形態に係る発光素子駆動装置である。

## 【 0 1 7 0 】

## 〔第 3 実施形態〕

図 2 2 は、本発明の第 3 実施形態に係る発光素子駆動装置、例えば面発光レーザ駆動装置における駆動制御回路の構成例を示す回路図であり、図中、図 1 6 と同等部分には同一符号を付して示している。なお、第 2 実施形態に係る面発光レーザ駆動装置との違いは、駆動制御回路 3 2 の構成が違うのみである。したがって、駆動システムを構築した場合には、基本的に、図 1 5 と同じ構成となる。

## 【 0 1 7 1 】

図 2 2 において、電圧駆動回路 4 1 および電流駆動回路 4 2 がそれぞれ温度変動分  $\Delta T$  の光量ずれを補正する補正回路を備えている。具体的には、電圧駆動回

路 4 1 の補正回路は、誤差増幅器 4 1 8 とサンプルホールド回路 4 1 9 とから構成されている。誤差増幅器 4 1 8 には、その非反転 (+) 入力として面発光レーザ 3 1 の発光部 LD の端子電圧 (検出電圧) が与えられる。

## 【 0 1 7 2 】

ここで、面発光レーザ 3 1 の発光部 LD に一定の電流が流れていると、発光部 LD の温度に応じてその端子電圧が変動することになる。具体的には、素子の温度が高くなると端子電圧が低下してくる。したがって、面発光レーザ 3 1 の発光部 LD の端子電圧を検出することで、当該発光部 LD の温度をモニターできることになる。

## 【 0 1 7 3 】

なお、発光部 LD の温度をモニターする手法としては、発光部 LD の端子電圧を検出する手法に限らず、例えば面発光レーザ 3 1 の近傍にサーミスター等の温度検知手段を配置し、当該温度検知手段の検知出力を用いる手法などを採ることも可能である。ただし、発光部 LD の端子電圧を検出する手法の場合は、発光部 LD の温度をより迅速にかつより正確にモニターできる利点がある。

## 【 0 1 7 4 】

サンプルホールド回路 4 1 9 は、サンプリングスイッチ SW s h およびホールドコンデンサ C h からなり、発光部 LD の端子電圧をサンプリングスイッチ SW s h でサンプリングし、そのサンプリング電圧をホールドコンデンサ C h に保持する。このホールドコンデンサ C h に保持された電圧は基準電圧となり、誤差増幅器 4 1 8 にその反転 (-) 入力として与えられる。誤差増幅器 4 1 8 の出力端は、コンデンサ 4 1 2 の開放端に接続されている。

## 【 0 1 7 5 】

この電圧駆動回路 4 1 の補正回路において、サンプリングスイッチ SW s h は例えば先述した APC 期間に入る前のタイミングで ON することで、発光部 LD の端子電圧をサンプリングする。このように、APC 期間に入る前のタイミングでサンプリングを行うことで、面発光レーザ 3 1 の温度が上昇する前の安定した端子電圧をサンプリングできる。そして、このサンプリング電圧を以降の補正処理に用いる。

## 【0176】

すなわち、誤差増幅器418は、面発光レーザ31の発光部LDの端子電圧を非反転入力として取り込み、ホールドコンデンサChのホールド電圧、即ち基準電圧と逐次比較してその誤差増幅電圧をコンデンサ412の開放端に与える。これにより、コンデンサ412の保持電圧が誤差増幅電圧分だけシフトされる。すなわち、この誤差増幅電圧が補正值としてコンデンサ412の保持電圧に重畳される。そして、この補正された電圧が、面発光レーザ31の発光駆動時に発光部LDに印加される。

## 【0177】

一方、電流駆動回路42の補正回路は、一端が電源Vccに接続されたバイアス電流源425と、面発光レーザ31の発光部LDの端子電圧を非反転入力、バイアス電圧源417のバイアス電圧Vbiasを反転入力とする誤差増幅器426と、コンデンサ428およびスイッチ429からなり、誤差増幅器426の誤差増幅電圧をサンプルホールドするサンプルホールド回路427とを有し、このサンプルホールド回路427のコンデンサ428にホールドされたホールド電圧に応じてバイアス電流源425のバイアス電流Ibiasを制御する構成となっている。その結果、バイアス電流源425からは、バイアス電圧Vbiasに対応したバイアス電流Ibiasが出力される。

## 【0178】

スイッチ回路43は、バイアス電流源425の他端とノードN2との間に接続されたスイッチ435をさらに有している。このスイッチ435は、制御回路35（図15を参照）の制御の下に、入力データのオフ期間、即ちレーザ消灯期間において、入力データの立ち下げ期間の経過後の電流駆動時にON状態となる。このとき、スイッチ432は、制御回路35の制御の下にOFF状態となる。

## 【0179】

これにより、レーザ消灯期間において、入力データの立ち下げ期間が経過した後の電流駆動時には、定電流源424からの駆動電流に代えて、バイアス電流源425からのバイアス電流Ibiasが面発光レーザ31の発光部LDに供給される。

## 【 0 1 8 0 】

次に、温度変動分  $\Delta T$  の光量ずれを補正する補正回路を備えた上記構成の駆動制御回路 3 2 の回路動作について図 2 3 のタイミング波形図を用いて説明する。図 2 3 のタイミング波形図において、(A) は入力データ (パルスデータ)、(B) は面発光レーザ 3 1 の端子電圧、(C) は面発光レーザ 3 1 の温度、(D) は面発光レーザ 3 1 の光量の各波形を示している。

## 【 0 1 8 1 】

なお、面発光レーザ 3 1 の発光期間に、入力データの立ち上がり期間で電圧駆動を行い、その後電流駆動に切り換える点については第 2 実施形態に係る駆動制御回路の場合と同じであるが、第 3 実施形態ではさらに、入力データ (A) の立ち下がり期間でも電圧駆動を行った後、レーザの発光閾値電流以下の電流を流して電流駆動とする。このレーザ消灯期間では、電圧駆動回路 4 1 の補正回路が動作し、温度変動分  $\Delta T$  の光量ずれを補正する動作が行われる。

## 【 0 1 8 2 】

具体的には、誤差増幅器 4 1 8 が面発光レーザ 3 1 の発光部 LD の端子電圧をホールドコンデンサ C h のホールド電圧と比較し、その誤差増幅電圧をコンデンサ 4 1 2 の開放端に与える。すると、この誤差増幅電圧が補正值としてコンデンサ 4 1 2 の保持電圧に重畳され、これが補正された電圧として、図 2 3 (A) に示すように、面発光レーザ 3 1 の発光部 LD に印加される。その結果、温度変動分  $\Delta T$  の光量ずれが補正され、温度変動分  $\Delta T$  が残存したとしても光量 (D) が一定となる。

## 【 0 1 8 3 】

レーザ素子の消灯期間が十分に長い場合には、次のパルスデータの立ち上がり電圧を補正するのは何ら問題ない。ところが、レーザゼログラフィーにおいて温度の高い領域で温度を制御しようとした場合には、レーザ素子が消灯する期間は短くなる。このような場合は、短い消灯期間に定電流駆動に移行できないことから、レーザ素子の温度変動を正しく検知できず、次のパルスデータの立ち上がり電圧を正しく補正できない。このような消灯期間が非常に短い場合、消灯時の温度変動は無視できるようになるため、レーザ素子が消灯する直前の点灯時のレー

ザ温度で立ち上がり時の電圧の補正を行うことができる。

【0184】

レーザ点灯時のレーザ温度変動はレーザ素子が定電流駆動されているため、消灯時と同様にレーザ素子の端子電圧の変動を検知することで知ることができる。しかし、消灯時と点灯時とでは、レーザ素子に流れている電流が異なるためレーザ素子の端子電位が異なる。そこで、消灯時であれば消灯時におけるレーザ端子電圧の変動と、点灯時であれば点灯時におけるレーザ端子電圧の変動とを交互に出力すれば良い。

【0185】

具体的には、自動光量制御（APC）時での点灯時のレーザ端子電圧と、このときのレーザ温度での消灯時のレーザ端子電圧とを検知しかつ保持しておき、これらを基準としてレーザ端子電圧から変調時にはこの保持された点灯時の電圧を差し引き、消灯時にはこの保持された消灯時の電圧を差し引くことで、点灯時、消灯時でのレーザ素子の温度変動を検知することができる。あるいは、点灯時にはレーザ端子電圧と保持された点灯時の電圧との差電圧を、消灯時にはレーザ端子電圧と保持された消灯時の電圧との差電圧を交互に出力させることで、同様に点灯時、消灯時でのレーザ素子の温度変動を検知することができる。

【0186】

図22では、原理的に、入力側に基準電圧を保持するサンプルホールド回路を1系統持つ誤差増幅器418を1系統で示すが、前者を実現するには、例えば図22と同様に誤差増幅器418は1系統で、この入力側に基準電圧を保持するサンプルホールド回路をオン時とオフ時とで2系統持つ構成とし、後者を実現するには、誤差増幅器418と同様にサンプルホールド回路を持ち、かつ選択的に出力できる誤差増幅器をオン時用とオフ時とで2系統持ち、その出力をワイヤードORしてコンデンサ412の開放端に接続し、かつ当該コンデンサ412との接続点を抵抗を介して接地する構成が考えられる。

【0187】

なお、ここでは、差し引く際の基準電圧として、自動光量制御（APC）時の電圧を保持して用いるとしたが、補正がゼロとなる条件であれば基準をAPCで

とるか、あるいはそれ以外でとるかは問題ではない。

【 0 1 8 8 】

以上が変調期間における第 3 実施形態に係る駆動制御回路の動作であるが、第 2 実施形態に係る駆動制御回路と異なるのは次の点である。すなわち、レーザ消灯期間において、第 2 実施形態に係る駆動制御回路では、消灯期間の間継続してバイアス電圧  $V_{bias}$  を印加しておくのに対して、第 3 実施形態に係る駆動制御回路では、一旦バイアス電圧  $V_{bias}$  を印加するが、その後図 2 2 のバイアス電流源 4 2 5 を用いてバイアス電流を流して電流モードにし、レーザ素子の端子電圧の変化から温度を予測できるようにしている点が異なる。

【 0 1 8 9 】

また、第 2 実施形態に係る駆動制御回路での APC モードに続けてレーザ素子を消灯状態にして、図 2 2 において、レーザ端子電圧を非反転入力とし、バイアス電圧  $V_{bias}$  を反転入力とした誤差増幅器 4 2 6 の出力でバイアス電流源 4 2 5 を駆動し、同時にサンプルホールド回路 4 2 7 の電源  $V_{cc}$  側に接続されたコンデンサ 4 2 8 にそのときの制御電圧を充電し、誤差増幅器 4 2 6 の出力電圧が収束した時点でスイッチ 4 2 7 を OFF 状態とする。これにより、バイアス電流源 4 2 5 には、レーザ端子電圧がほぼバイアス電圧  $V_{bias}$  に一致するところのバイアス電流が設定されることになる。

【 0 1 9 0 】

なお、バイアス電流源 4 2 5 としては、定電流源 4 2 4 と同様に PMOS トランジスタを想定しているため、PMOS トランジスタのゲートに相当する制御端子に印加する電圧を上げるとバイアス電流源 4 2 5 の電流が減少し、下げると増大する。このことにより、変調期間でのレーザ消灯時にパルスデータの立ち下がり期間でレーザ端子電圧がバイアス電圧  $V_{bias}$  になったのち、当該端子電圧の変動を最小にして速やかに電流モードに移行することができる。

【 0 1 9 1 】

この結果、消灯してから短時間内にレーザ素子の温度モニターが可能な状態に移行でき、次の点灯時の電圧を補正することが可能になる。このことは、図 2 4 の変調期間として示しているように、レーザゼログラフィーにおいて、特にハイ

ライト時に非常に短い周期で短いパルスでレーザ素子を点灯駆動するときにも補正を有効にする上で重要である。

#### 【0192】

上述したように、第3実施形態に係る面発光レーザ駆動装置における駆動制御回路32では、電圧駆動回路41および電流駆動回路42がそれぞれ温度変動分 $\Delta T$ の光量ずれを補正する補正回路を備えることで、面発光レーザ31の温度の上昇に伴って温度変動分 $\Delta T$ が残存したとしても、その温度変動分 $\Delta T$ に起因する光量ずれを確実に補正できるため、発光駆動時に光量(D)に温度変動分 $\Delta T$ のずれが生じることはない。以下、この温度変動の補正を伴う駆動をダイナミック駆動と称す。

#### 【0193】

図24に、APC期間、レーザ消灯期間および変調期間において面発光レーザ31の光量(A)、端子電圧(B)および温度(C)について実線で示すダイナミック駆動の場合と一点鎖線で示す定電圧駆動の場合とを比較した波形を示す。また、図25に、変調期間を拡大して示した面発光レーザ31の光量(A)、端子電圧(B)および温度(C)の各波形を示す。これらの波形図から明らかなように、実線で示すダイナミック駆動を行うことにより、温度変動分 $\Delta T$ に起因する光量ずれを確実に補正できるため、一点鎖線で示す定電圧駆動の場合よりも光量(A)が一定になっていることがわかる。

#### 【0194】

なお、第3実施形態では、レーザ端子電圧からレーザ温度を検知してレーザ素子の温度依存性を補正する対象として、パルスデータの立ち上がり電圧を補正する方法について説明したが、補正の対象はレーザ特性のうち温度依存性を有する全ての特性を対象にしており、具体的には閾値電流や発光効率( $\Delta P$ : 光量/ $\Delta I$ : 駆動電流)の温度依存性を補正するのも適用することが可能である。

#### 【0195】

また、上記各実施形態では、駆動対象の発光素子として、面発光レーザを用いた場合を例に採って説明したが、面発光レーザの駆動への適用に限られるものではなく、EL素子など内部抵抗が高い発光素子全般の高速駆動に対しても同様に



適用可能である。

【 0 1 9 6 】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項 1 に係る発明によれば、直流電流を流して発光させる発光素子の駆動端に対し、入力データに対応した電圧を実質的に直接印加することによって発光素子を駆動することにより、駆動装置と発光素子の駆動端の間には変調速度を抑える原因となる抵抗成分が介在しないため、高い変調速度を実現できる。特に、電圧源とこの電圧源と発光素子との間に挿入され入力データに基づいて制御されるスイッチ手段とを有し、電圧源の出力端から発光素子の駆動端までの抵抗値が発光素子の内部抵抗値よりも小さいことにより、発光素子の駆動電圧の立ち上がり時定数を小さくできるため、発光素子の迅速な駆動が可能となる。さらに、電圧源に流れる電流が発光素子に流れる電流よりも小さく設定したことにより、高速駆動を実現する場合であっても、電圧源での消費電力が低く抑えられ、発光素子駆動装置全体の低消費電力化が図れるため IC 化が容易になる。

【 0 1 9 7 】

請求項 2 に係る発明によれば、負帰還ループを持つバッファアンプで電圧源を構成したことにより、出力インピーダンスを無視できる程度に小さくすることができることから、出力インピーダンスを下げるためにデカップリングコンデンサを IC 内に設けたり、バイアス電流を増加するなどの対策を講じる必要がないため、IC 化の制約がなく、かつ消費電力を増すことなく、発光素子を電圧駆動できる。また、負荷電流の有無によらずスイッチ手段の出力電位を一定に制御するため、当該スイッチ手段の ON / OFF に伴って駆動電圧が変動するのを防止できる。

【 0 1 9 8 】

請求項 3 に係る発明によれば、バッファアンプの出力に、スイッチ手段からみた発光素子の寄生容量よりも大きな容量手段を持たせたことにより、当該容量手段は負帰還による出力インピーダンスの低減効果が周波数と共に減少するのを補償し、またその容量がスイッチ手段からみた発光素子の寄生容量よりも大きいこ

とで、負荷の有無で出力電圧が変動するのを抑えることができるため、発光素子の点灯時のオーバーシュートを防止できる。

## 【 0 1 9 9 】

請求項 4 に係る発明によれば、入力データに基づいて電圧源の出力電圧と発光素子をバイアスするバイアス電圧とを適宜切り替え、発光素子の消灯時にはあらかじめバイアス電圧を発光素子に印加しておくことにより、発光素子の駆動時に電圧源から発光素子に与える電圧の振幅を小さく抑えることができるため、発光素子の駆動モードに迅速に移行できる。

## 【 0 2 0 0 】

請求項 5 に係る発明によれば、光量制御時の制御電圧を入力側保持手段に保持しておくことにより、これを基にして負帰還制御することなしに、画像データ領域（変調領域）で発光素子を所望の光量で変調することが可能になるため、自動光量制御モードへの移行を速やかに行うことができる。

## 【 0 2 0 1 】

請求項 6 に係る発明によれば、レーザ素子を順バイアス状態にしかつレーザ発振閾値電圧よりも低い第 1 の電圧と、レーザ素子を順バイアス状態にしかつレーザ発振閾値電圧以上の第 2 の電圧とを適宜切り替えてレーザ素子の駆動端に直接印加するとともに、レーザ消灯時にはあらかじめ第 1 の電圧をレーザ素子に印加しておくことにより、駆動時にレーザ素子に印加する第 2 の電圧の振幅を小さく抑えることができるため、レーザ駆動（変調）モードに迅速に移行できる。しかも、第 2 の電圧源に流れる電流がレーザ素子に流れる電流よりも小さく設定されていることで、高速駆動を実現する場合であっても、電圧源での消費電力が低く抑えられ、レーザ素子駆動装置全体の低消費電力化が図れるため IC 化が容易になる。

## 【 0 2 0 2 】

請求項 7 に係る発明によれば、構造上、端面発光レーザよりもレーザ光のビーム数を増やすのに有利な面発光レーザを、例えばレーザゼログラフィーの分野において、そのレーザ光源として用いることにより、より高解像度化、より高速化に大きく寄与できる。

## 【 0 2 0 3 】

請求項 8 に係る発明によれば、複数のレーザ光を発光する複数の発光部を有する面発光型レーザにおいて、第 1 の電圧を 2 個以上の発光部に対して共通に印加することにより、第 1 の電圧を与える電圧源を発光部の数だけ設ける必要がなくなるため、電圧源全体の回路構成を簡略化できる。

## 【 0 2 0 4 】

請求項 9 に係る発明によれば、負帰還回路およびその出力に接続されスイッチ手段から見たレーザ素子の寄生容量よりも大きな容量を有するコンデンサを含む第 1、第 2 の電圧源において、負帰還回路の出力からレーザ素子までの抵抗値がレーザ発光時のレーザ素子の微分抵抗値よりも小さいことにより、レーザ素子の駆動電圧の立ち上がり時定数を小さくできるため、レーザ素子の迅速な駆動が可能となる。

## 【 0 2 0 5 】

請求項 1 0 に係る発明によれば、光量制御時の制御電圧を入力側保持手段に保持しておくことにより、これを基にして負帰還制御することなしに、画像データ領域（変調領域）で発光素子を所望の光量で変調することが可能になるため、自動光量制御モードへの移行を速やかに行うことができる。

## 【 0 2 0 6 】

請求項 1 1 に係る発明によれば、スイッチ手段の切り替えによる負帰還増幅回路の出力電流の変動を補償する補償電流をレーザ素子の駆動端に供給する電流供給手段を有し、スイッチ手段の切り替えに同期してレーザ素子の駆動端に補償電流を流すことにより、スイッチ手段の ON 時の負帰還増幅回路の出力電流の変動が抑えられるため、スイッチ手段を ON した際の負荷変動による電圧源の過渡的な電圧変動を防止することができる。

## 【 0 2 0 7 】

請求項 1 2 に係る発明によれば、レーザ素子の駆動端に補償電流を供給する電流供給手段において、スイッチ手段の切り替えに同期してレーザ素子の駆動端に対する電流源の接続／分離を行うことにより、スイッチ手段の状態に関わらず、負帰還回路の出力電流の変動が抑えられるため、スイッチ手段を ON した際の負

荷変動による電圧源の過渡的な電圧変動を防止することができる。

【0208】

請求項13に係る発明によれば、レーザ素子の駆動端に補償電流を供給する電流供給手段において、電流源を構成するMOSトランジスタとMOSスイッチとをデュアルゲートMOSトランジスタで形成することにより、両トランジスタの接続部でのソース・ドレインの寄生容量を最小にできるため、MOSトランジスタで構成される電流源の応答速度を速くすることができる。

【0209】

請求項14に係る発明によれば、電圧駆動手段による電圧駆動と電流駆動手段による電流駆動とを入力データに基づいて切り換えることにより、電圧駆動による利点と電流駆動による利点とを効果的に組み合わせることができるため、より理想に近い駆動制御を実現できる。

【0210】

請求項15に係る発明によれば、パルスデータの例えば立ち上がり期間では電圧駆動手段による電圧駆動とし、立ち上がり以降では電流駆動手段による電流駆動に切り換えることにより、パルスデータの立ち上がりに応答して瞬時に発光素子を駆動できるとともに、パルスデータの立ち上がり以降も電圧駆動を続ける場合のような、発光素子の光量変動を防止できる。

【0211】

請求項16に係る発明によれば、電圧駆動手段の出力電流が負荷の変動によって変化すると、切換手段による切り換えの瞬間に発光素子の端子電圧が変動するが、電圧駆動手段による電圧駆動時に電流駆動手段による電流駆動も同時に選択し、当該電流駆動による電流を発光素子に補償電流として供給することにより、電圧駆動手段の出力電流が負荷の変動に起因する発光素子の端子電圧の変動を抑えることができる。

【0212】

請求項17に係る発明によれば、発光素子に対してバイアス電圧を印加するバイアス電圧印加手段を設け、発光素子の消灯時には当該バイアス電圧印加手段によってあらかじめバイアス電圧を発光素子に印加しておくことにより、発光素子

の駆動時に電圧源から発光素子に与える駆動電圧の振幅を小さく抑えることができる。

## 【 0 2 1 3 】

請求項 1 8 に係る発明によれば、入力電圧に対応した電圧を入力側保持手段に保持しておくことで、電圧駆動への切り換え時に瞬時にその保持電圧を発光素子に印加できる。

## 【 0 2 1 4 】

請求項 1 9 に係る発明によれば、レーザゼログラフィィでのレーザ駆動のように、画像データによって発光素子の点灯と消灯とが制御され、その間光量制御ができないが、光量制御の電圧に対応した電圧が入力側保持手段に保持されていれば、これを基にして負帰還制御することなしに、画像データ領域（変調領域）で発光素子を所望の光量で変調することが可能になる。

## 【 0 2 1 5 】

請求項 2 0 に係る発明によれば、定電流源から出力される電流は、電圧駆動時には補償電流として発光素子に供給でき、電流駆動時には駆動電流として発光素子に供給できるため、より確実な制御を実現できる。

## 【 0 2 1 6 】

請求項 2 1 に係る発明によれば、発光素子の温度上昇によって同一光量での発光素子の端子電圧が低下するが、ここに同じ電圧を印加し続けると駆動電流が増大し、その結果光量も増大することから、少なくともパルスデータの例えば立ち上がり（正論理）の電圧を温度の変動に応じて補正することで、発光素子に温度変動が生じて、その温度変動分に起因する光量ずれを補正できるため、より確実な制御を実現できる。また、パルスデータの立ち上がり（正論理）だけでなく立ち下がりにおいても補償を行うようにすることで、例えば温度変動によるレーザ発振閾値の変動による誤発光を防止することもできる。

## 【 0 2 1 7 】

請求項 2 2 に係る発明によれば、発光素子に一定の電流が流れていると、発光素子の温度に応じてその端子電圧が変動することから、発光素子の端子電圧を検出することにより、発光素子の温度をより迅速にかつより正確にモニターできる

ため、温度補償を確実に行える。

【0 2 1 8】

請求項 2 3 に係る発明によれば、パルスデータの立ち上げ期間に電圧駆動手段による電圧駆動に切り換え、その後電流駆動手段による電流駆動に切り換え、その後のパルスデータの立ち下がり期間にバイアス電圧印加手段に切り換え、しかる後パルスデータのオフの期間にバイアス電流供給手段に切り換えてバイアス電流を発光素子に供給することにより、パルスデータの立ち下がり時にバイアス電圧で電圧駆動された後電流駆動に移行する際に、電流駆動での電流値がバイアス電圧に対応した電流値となっていれば速やかに電流駆動に移行できるため、電流駆動時の端子電圧を検出して温度補償を行う場合に温度補償が効かない期間を最小にとどめることができる。

【0 2 1 9】

請求項 2 4 に係る発明によれば、発光素子の端子電圧に基づいて入力側保持手段の保持電圧を補正することで、その補正された電圧は出力側保持手段を経て発光素子に印加されるため、電圧駆動時において温度補償を実行できる。

【0 2 2 0】

請求項 2 5 に係る発明によれば、発光素子の端子電圧を、入力側保持手段の保持電圧を設定する際の端子電圧と比較し、その誤差分に基づいて入力側保持手段の保持電圧を補正することで、発光素子の温度が変動しても、一定の光量になるように温度補償できる。

【0 2 2 1】

請求項 2 6 に係る発明によれば、変調動作前の発光素子のバイアス電流の設定において、発光素子の端子電圧がバイアス電圧と一致するようにバイアス電流を制御しつつそのときの制御電圧を保持し、その後パルスデータの立ち下がり時には発光素子の駆動端にバイアス電圧を印加した後、この保持した制御電圧によるバイアス電流で電流駆動することにより、速やかに電流駆動に移行できるため、消灯期間が短い場合であっても温度によるパルスデータの立ち上がり電圧の補正を正確に行うことができる。

【0 2 2 2】

請求項 2 7 に係る発明によれば、電圧駆動手段による電圧駆動の期間をパルスデータの最小パルス幅以下に設定することにより、いかなるパルス幅のパルスデータに対してもその立ち上がり（または、立ち下がり）に応答して発光素子の駆動を確実に行える。

## 【 0 2 2 3 】

請求項 2 8 に係る発明によれば、発光素子に一定の電流が流れていると、発光素子の温度に応じてその端子電圧が変動することから、当該端子電圧を検出することで、発光素子の温度をより迅速にかつより正確にモニターできるため、温度補償を確実に行える。

## 【 0 2 2 4 】

請求項 2 9 に係る発明によれば、コンデンサは単一の素子であることから、入力側保持手段および出力側保持手段としてコンデンサを用いることにより、回路構成を極めて簡単に構成できる。

## 【 0 2 2 5 】

請求項 3 0 に係る発明によれば、発光素子の光量を検出し、それを発光素子駆動装置の各々にフィードバックすることにより、複数の発光素子の各光量が常に一定になるように制御できるため、より正確な駆動制御が可能な発光素子駆動システムを実現できる。

## 【 0 2 2 6 】

請求項 3 1 に係る発明によれば、誤差増幅手段に負帰還ループを発光素子駆動装置の数に対応して設けることにより、各発光素子ごとに確実な光量制御を行えるため、より正確な駆動制御が可能な発光素子駆動システムを実現できる。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係る発光素子駆動装置の基本概念を示すブロック図である。

【図 2】 周知技術に係るエミッタフォロワを用いた電圧駆動回路を示す回路図である。

【図 3】 図 2 の等価回路図である。

【図 4】 図 2 の動作波形図である。

【図 5】 本発明の基本概念に基づく電圧駆動回路を示す回路図である。

【図 6】 図 5 の等価回路図である。

【図 7】 図 5 の動作波形図である。

【図 8】 本発明の第 1 実施形態に係る面発光レーザ駆動装置を用いた駆動システムの構成例を示す回路図である。

【図 9】 1 c h 分の駆動制御回路の回路構成を示す回路図である。

【図 1 0】 本発明の第 1 実施形態に係る面発光レーザ駆動装置の回路動作を説明するためのタイミングチャートである。

【図 1 1】 1 c h 分の駆動制御回路の具体的な回路構成例を示す回路図である。

【図 1 2】 1 c h 分の駆動制御回路の具体的な回路構成の変形例を示す回路図である。

【図 1 3】 2 4 0 0 d p i、2 5 6 階調、3 6 ビームを想定した場合のプリント速度の電圧源出力インピーダンス依存性を示す図である。

【図 1 4】 電圧駆動の場合の各部の波形を示すタイミング波形図である。

【図 1 5】 本発明の第 2 実施形態に係る面発光レーザ駆動装置を用いた駆動システムの構成例を示す回路図である。

【図 1 6】 1 c h 分の駆動制御回路の回路構成を示す回路図である。

【図 1 7】 第 2 実施形態に係る面発光レーザ駆動装置の動作説明のためのタイミング波形図である。

【図 1 8】 電圧駆動時の等価回路図である。

【図 1 9】 電流駆動時の等価回路図である。

【図 2 0】 レーザ消灯時の等価回路図である。

【図 2 1】 A P C モード時の等価回路図である。

【図 2 2】 本発明の第 3 実施形態に係る面発光レーザ駆動装置における駆動制御回路の回路構成を示す回路図である。

【図 2 3】 第 3 実施形態に係る駆動制御回路の動作説明のためのタイミング波形図である。

【図 2 4】 A P C 期間、レーザ消灯期間および変調期間において面発光レ



ーザの光量 (A)、端子電圧 (B) および温度 (C) についてダイナミック駆動と定電圧駆動とを比較したタイミング波形図である。

【図 2 5】 変調期間を拡大して示した面発光レーザの光量 (A)、端子電圧 (B) および温度 (C) の各波形を示すタイミング波形図である。

【図 2 6】 端面発光レーザと面発光レーザとの V-I 特性を比較した図である。

【図 2 7】 面発光レーザの等価回路を示す図である。

【図 2 8】 端面発光レーザの等価回路を示す図である。

【図 2 9】 面発光レーザ駆動回路の配線を示す図である。

【図 3 0】 端面発光レーザ駆動回路の配線を示す図である。

【図 3 1】 面発光レーザの波形図である。

【図 3 2】 端面発光レーザの波形図である。

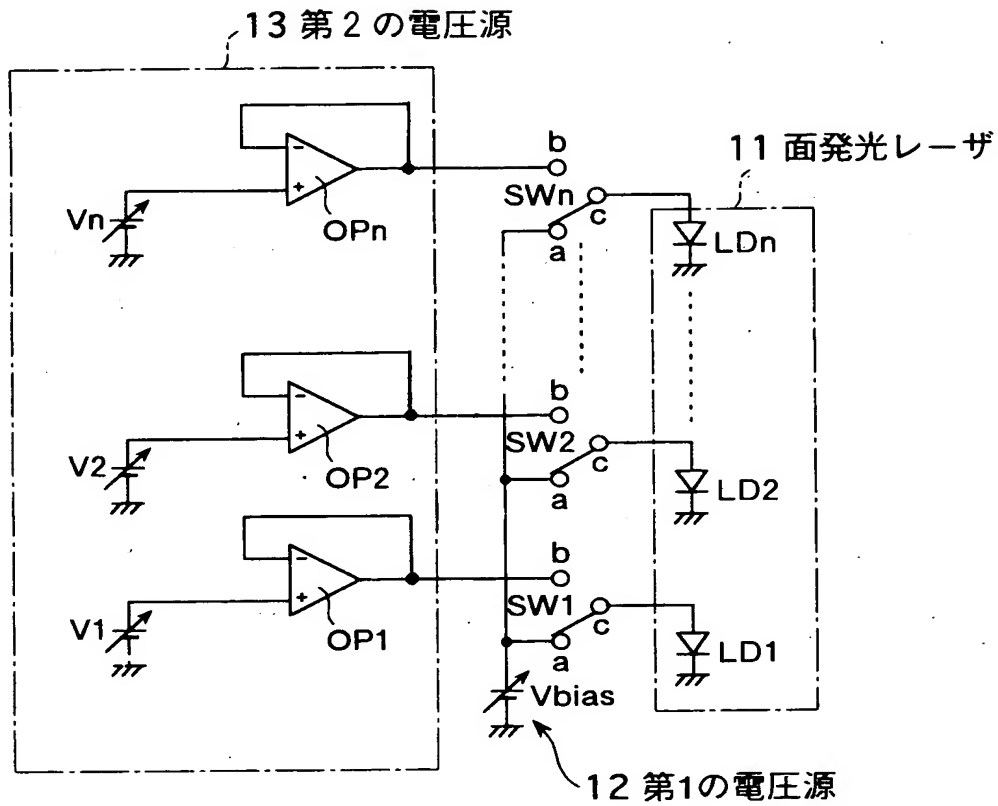
【図 3 3】 従来例に係る電圧駆動型レーザ駆動回路の回路構成を示す回路図である。

#### 【符号の説明】

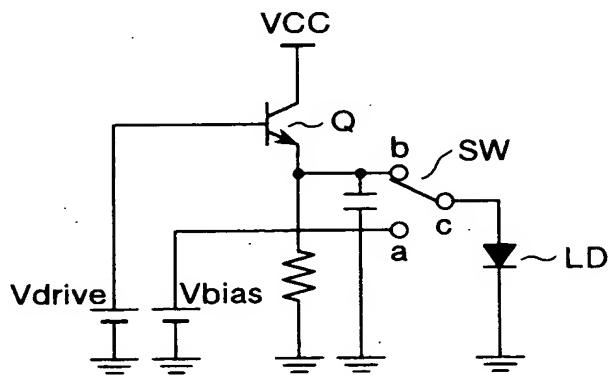
1 1, 2 1, 3 1…面発光レーザ、1 2, 2 2…第 1 の電圧源、1 3, 2 3…第 2 の電圧源、2 4, 3 3…光量検出回路、3 2, 3 2-1~3 2-3 6, 2 3 3, 2 3 3-1~2 3 3-3 6…駆動制御回路、3 4…誤差増幅回路、3 5…制御回路、4 1…電圧駆動回路、4 2…電流駆動回路、4 3…スイッチ回路、2 3 1, 3 4 2, 4 1 8, 4 2 6…誤差増幅器、2 3 5, 2 3 5', 4 1 3 …オペアンプ

【書類名】 図面

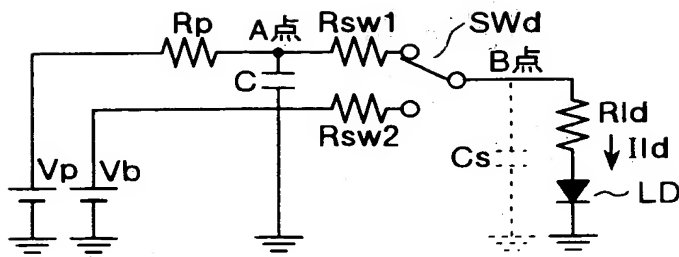
【図 1】



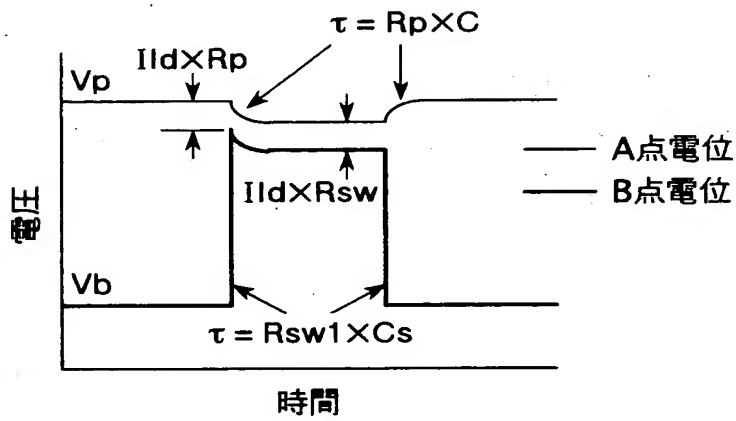
【図 2】



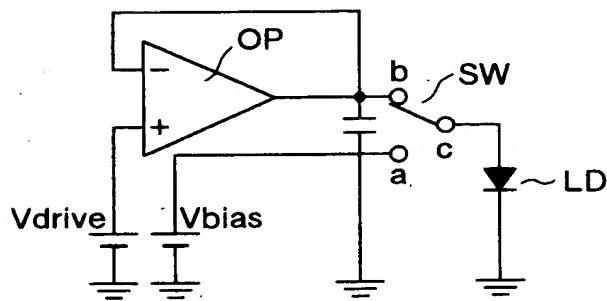
【図 3】



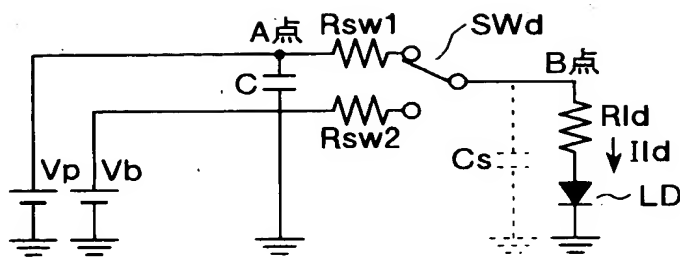
【図 4】



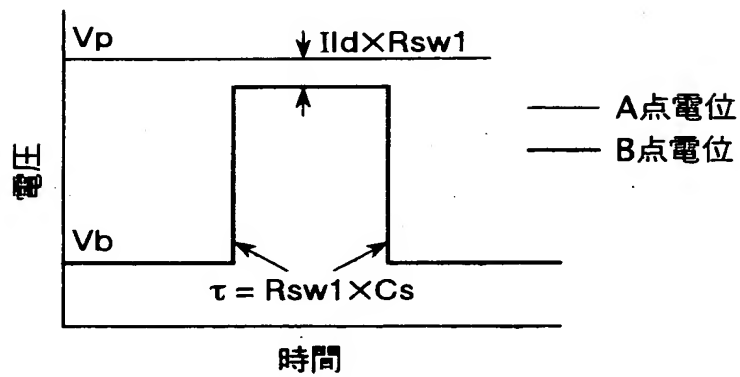
【図 5】



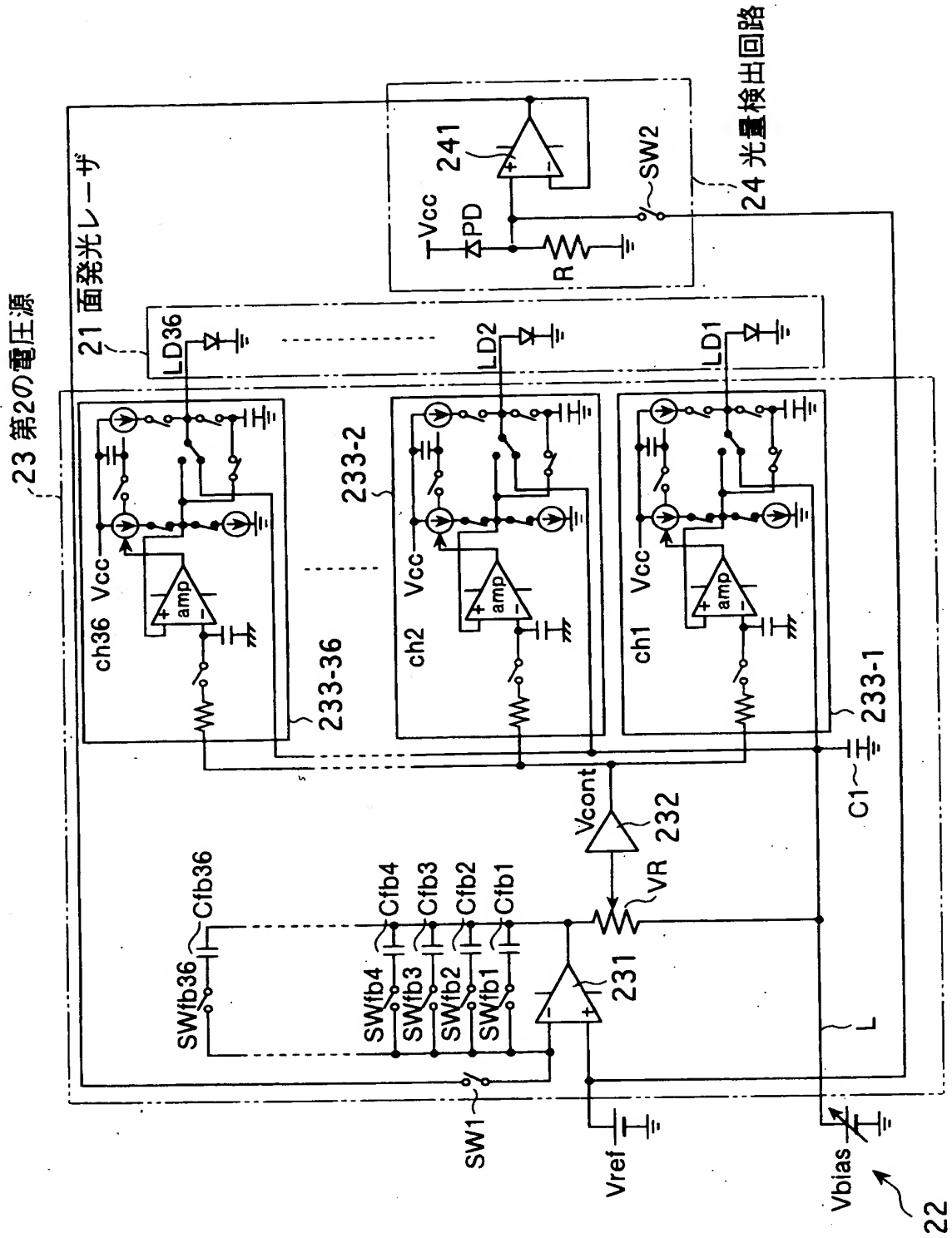
【図 6】



【図 7】

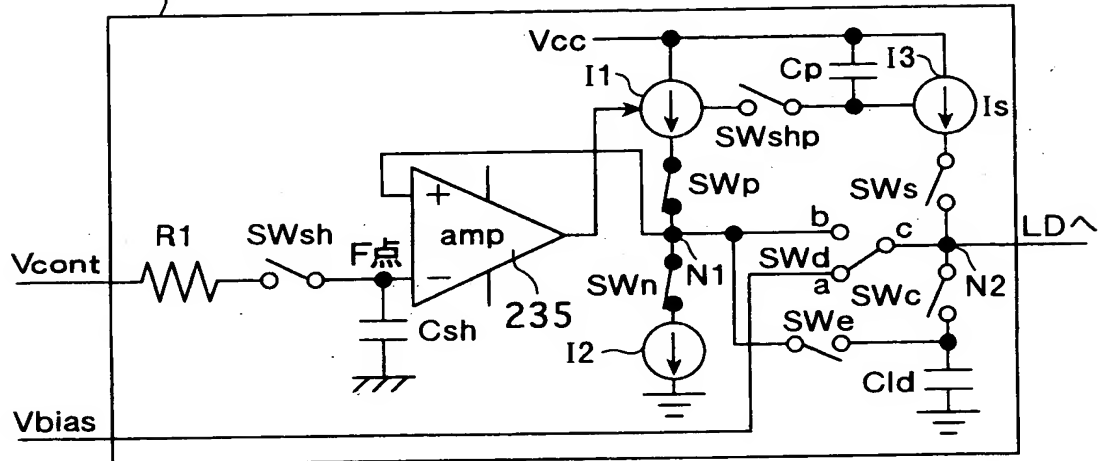


【図 8】

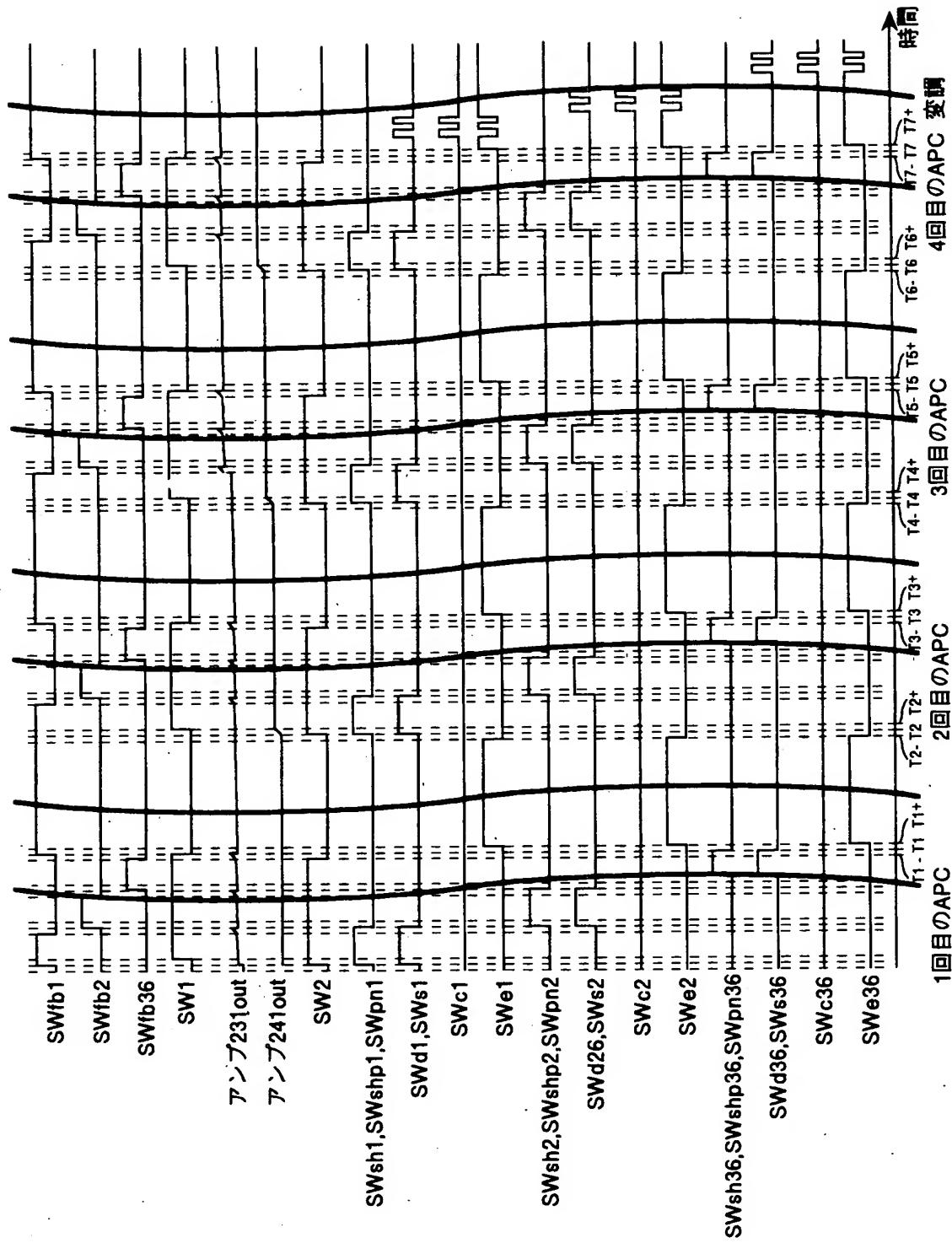


【図 9】

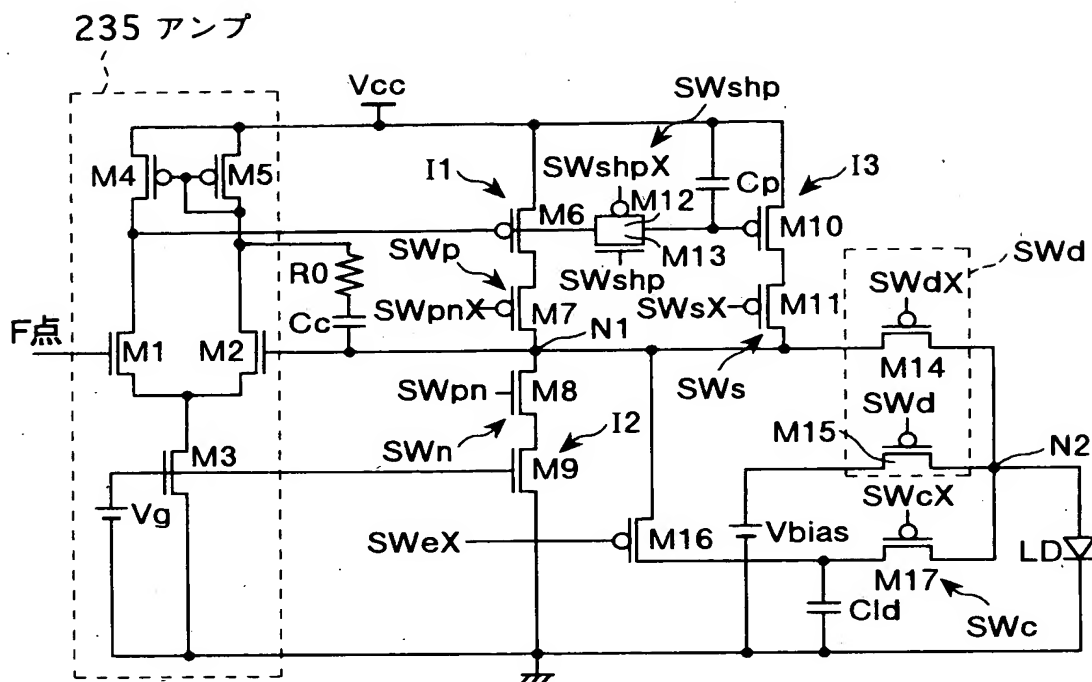
233 駆動制御回路



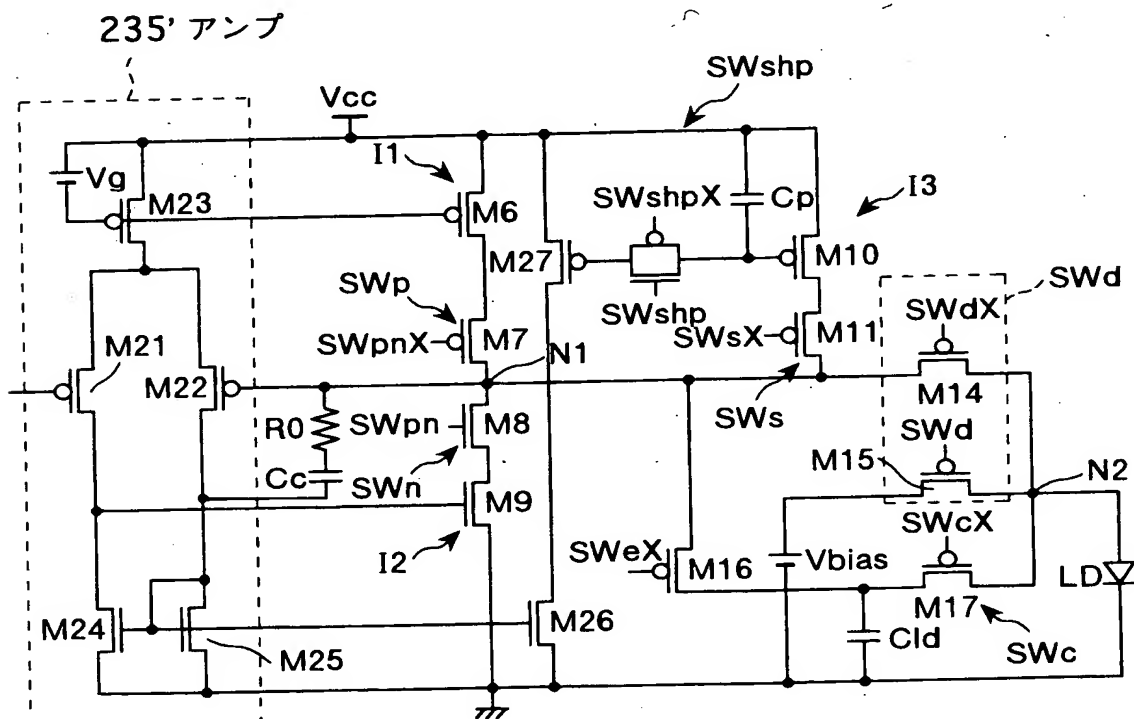
【図10】



【图 1-1】

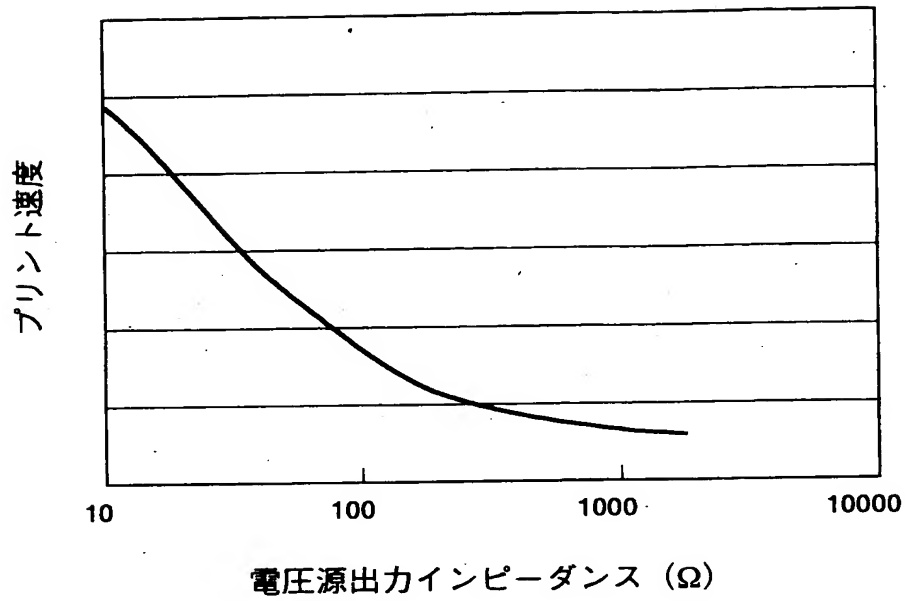


【图 1 2】

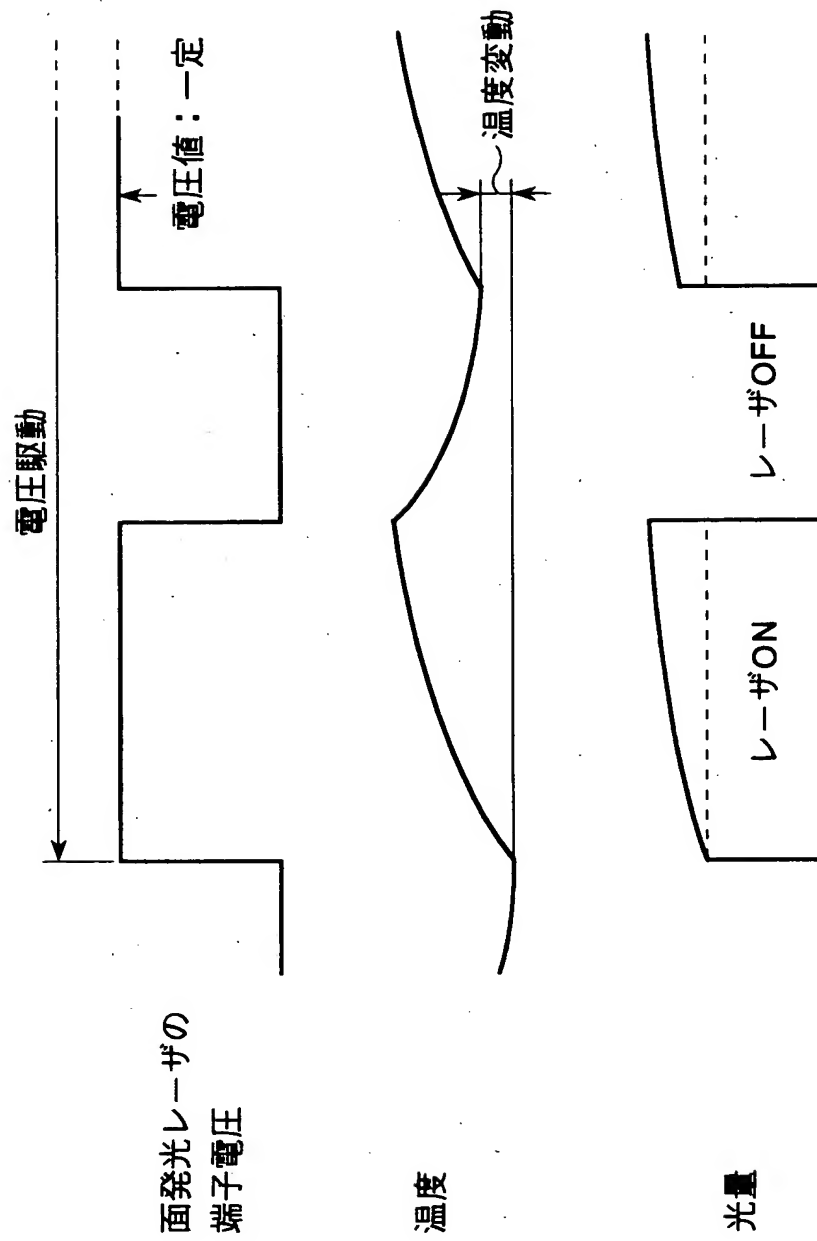




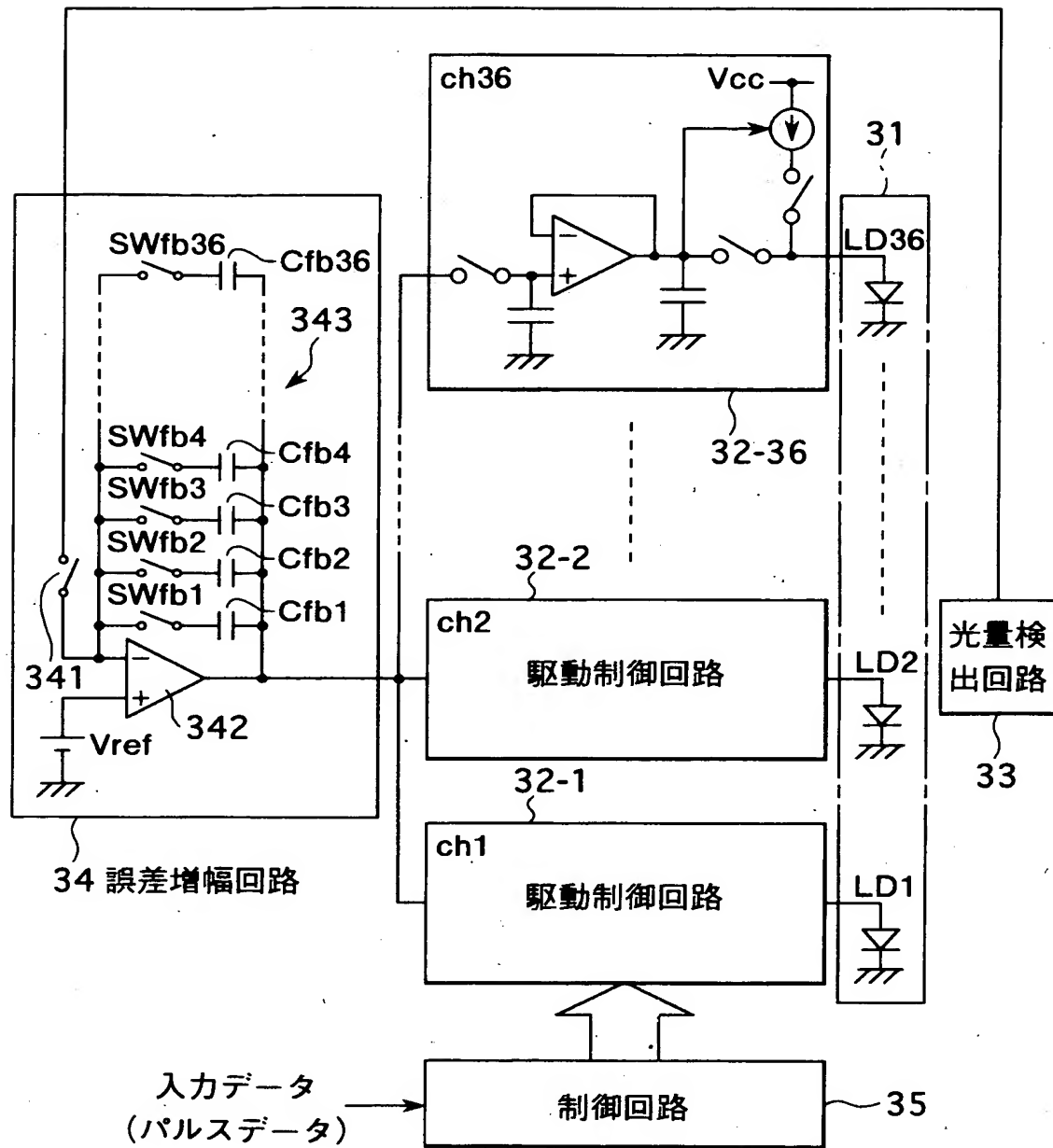
【図 13】



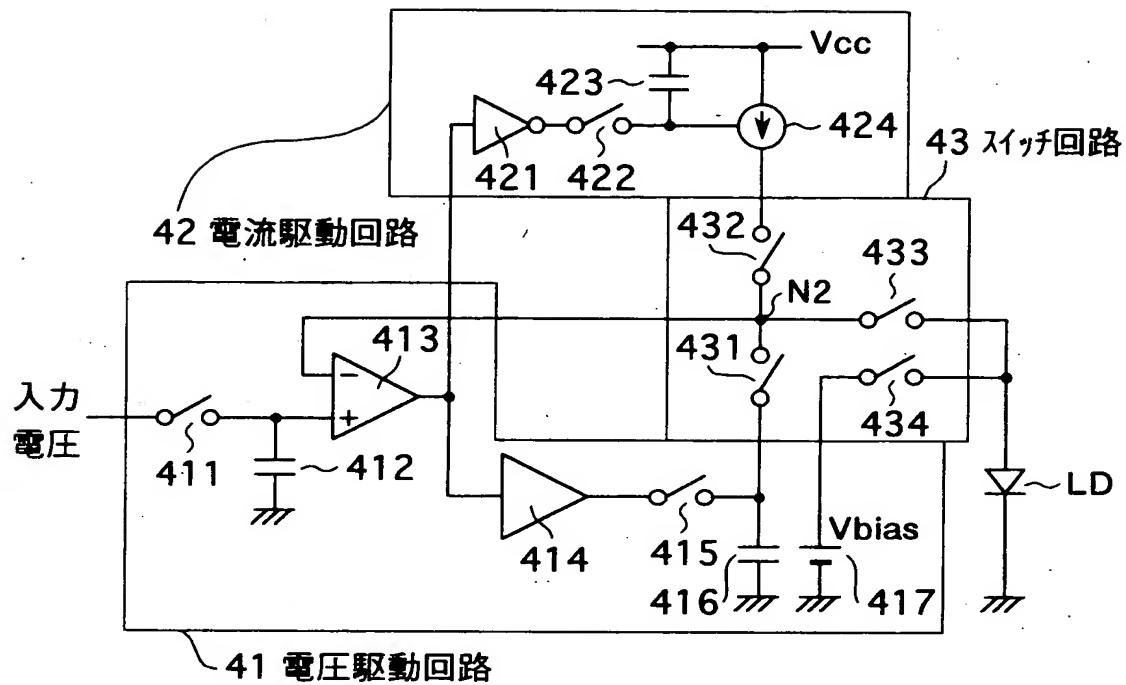
【図 14】



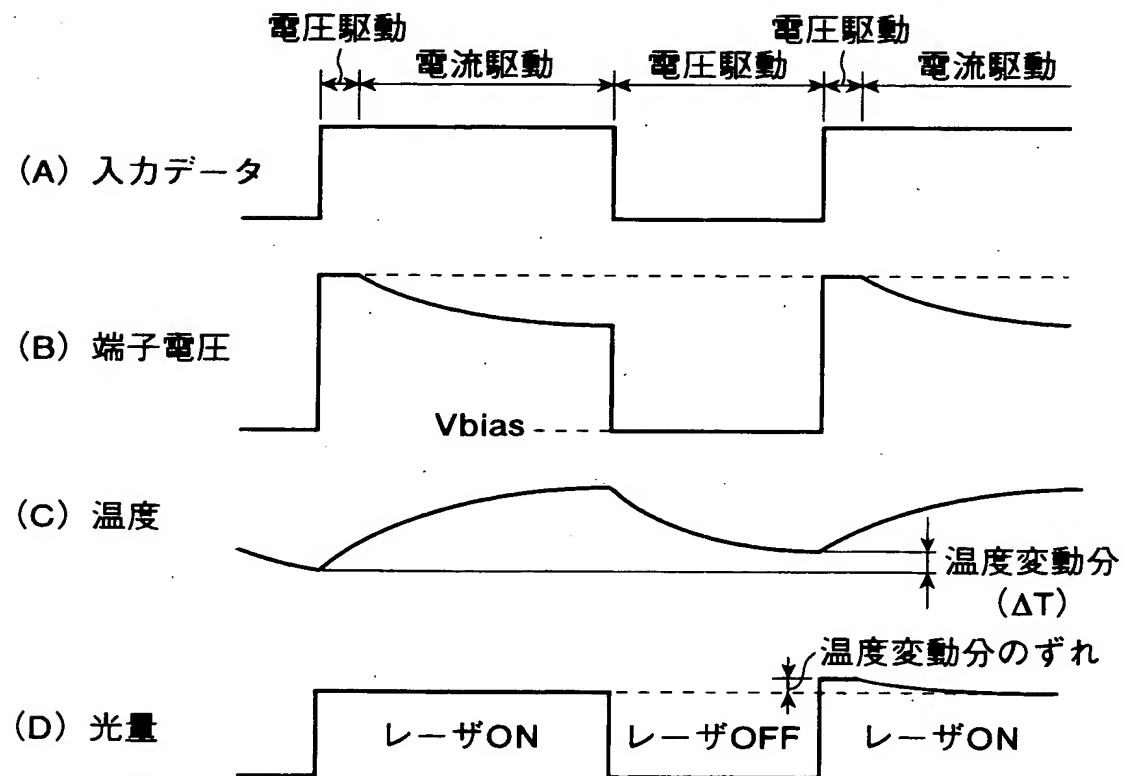
【図15】



【図16】

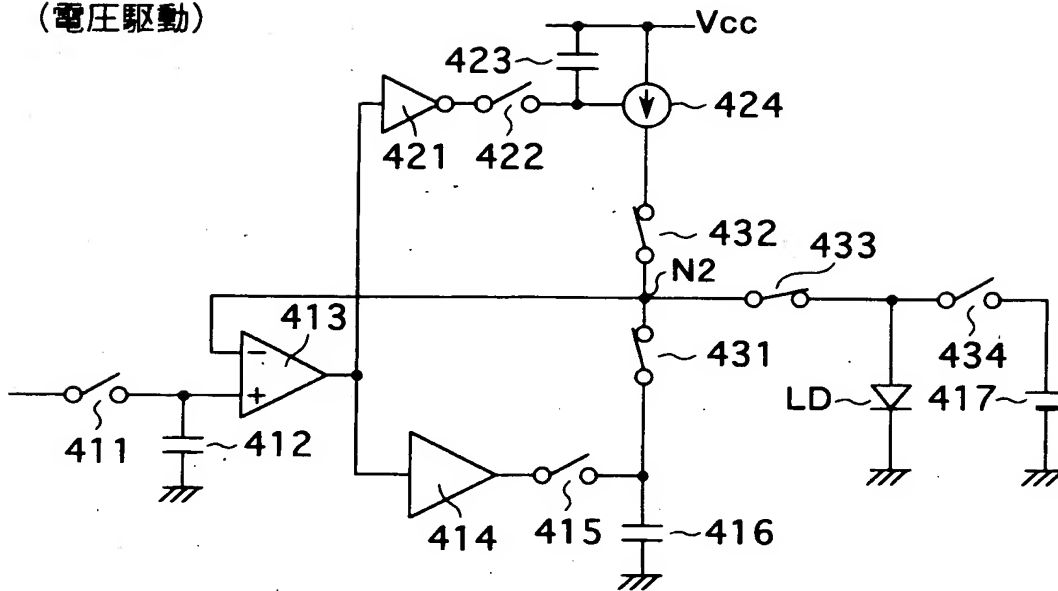


【図17】



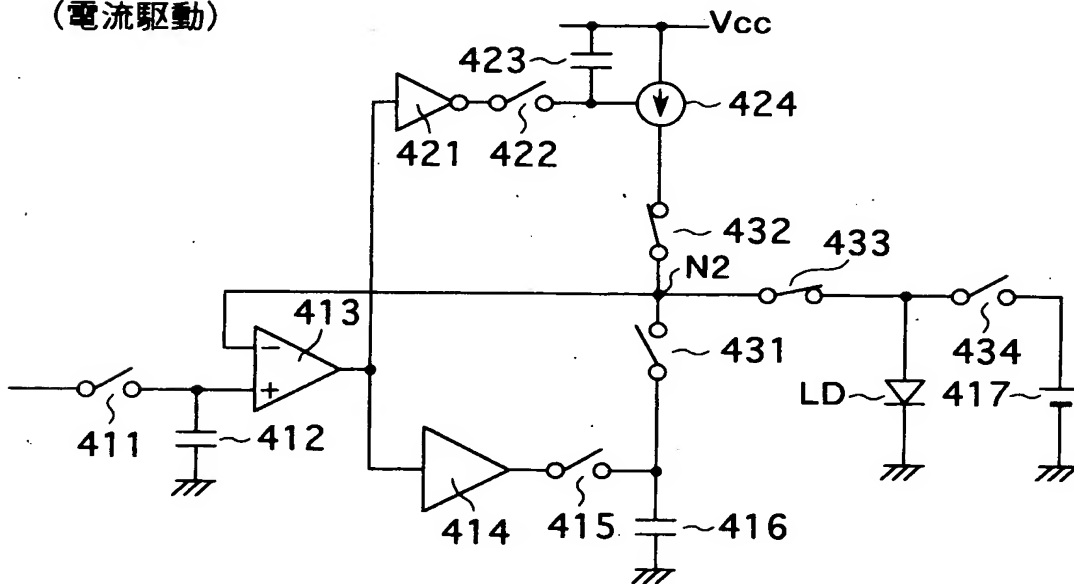
【図 18】

(電圧駆動)



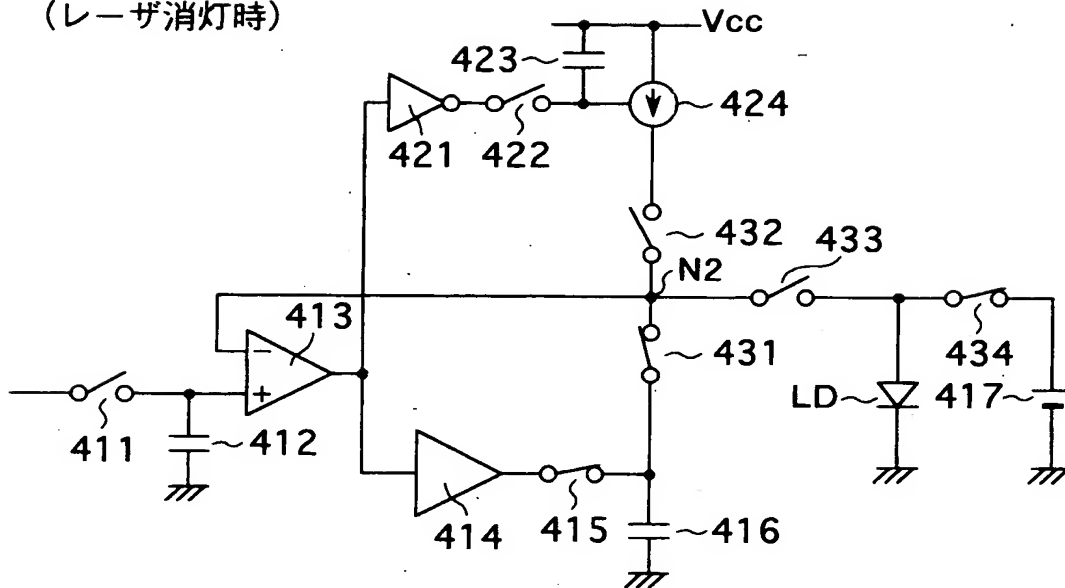
【図 19】

(電流駆動)



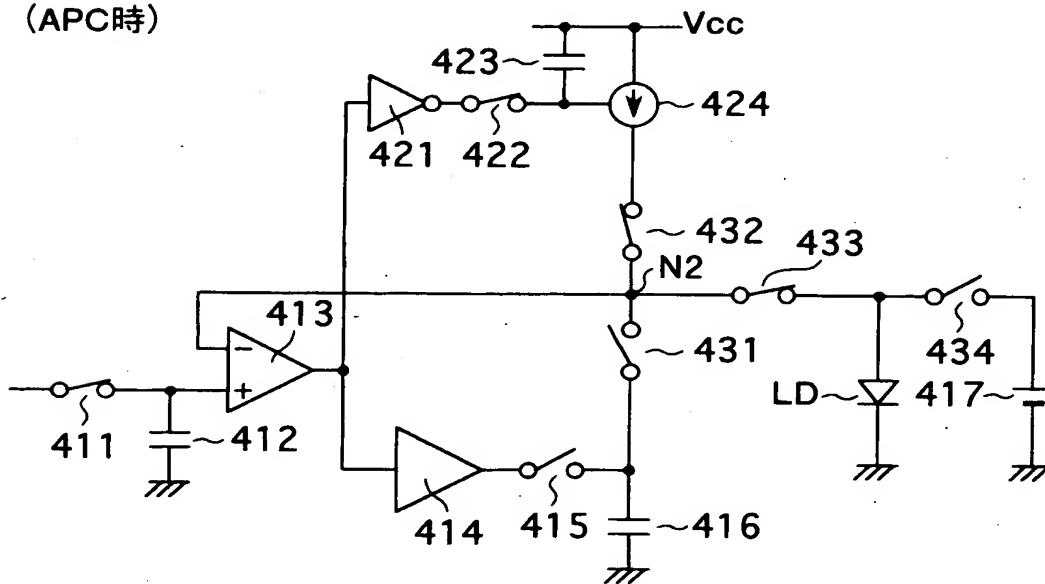
【図 20】

(レーザ消灯時)

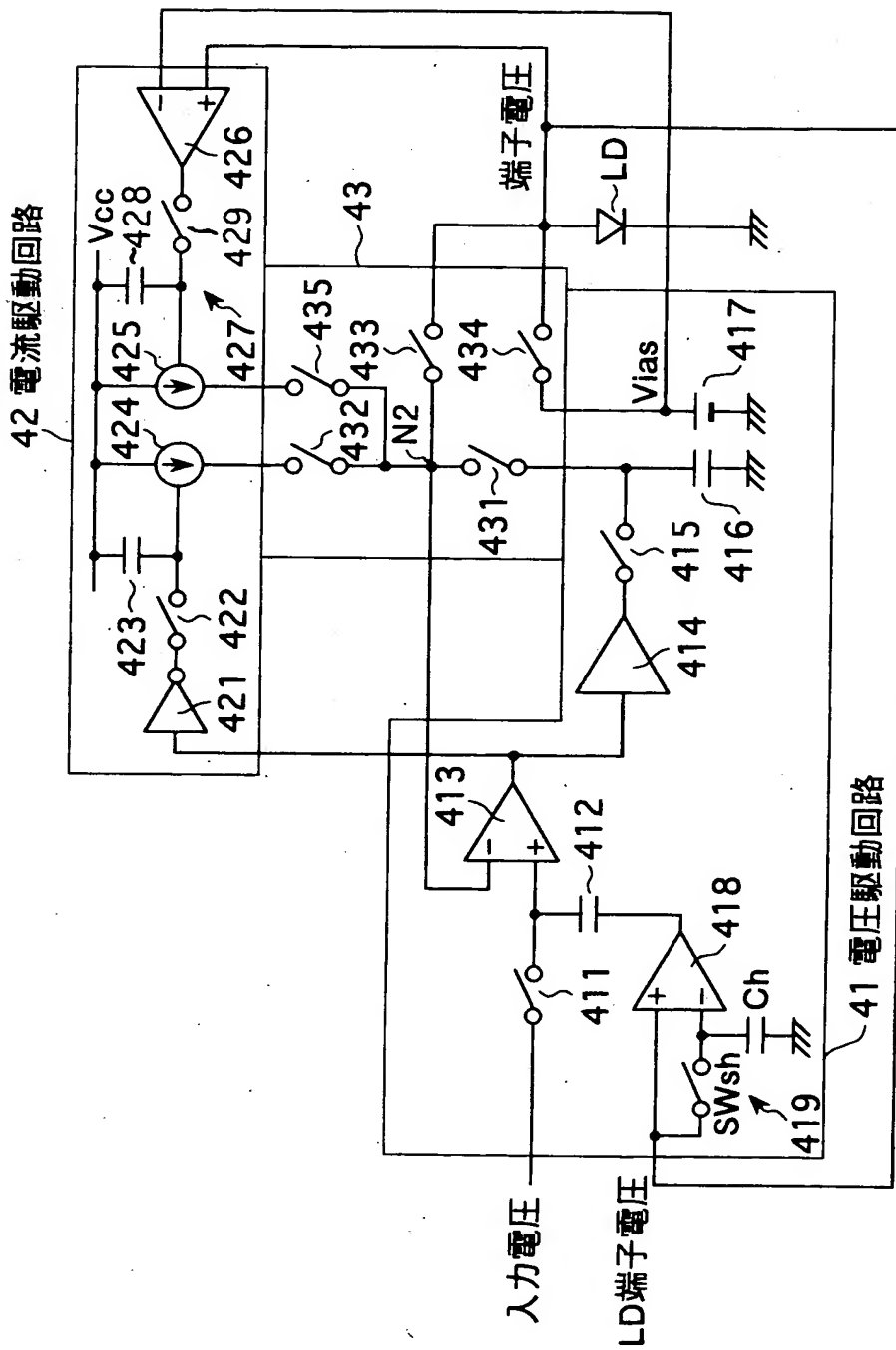


【図 21】

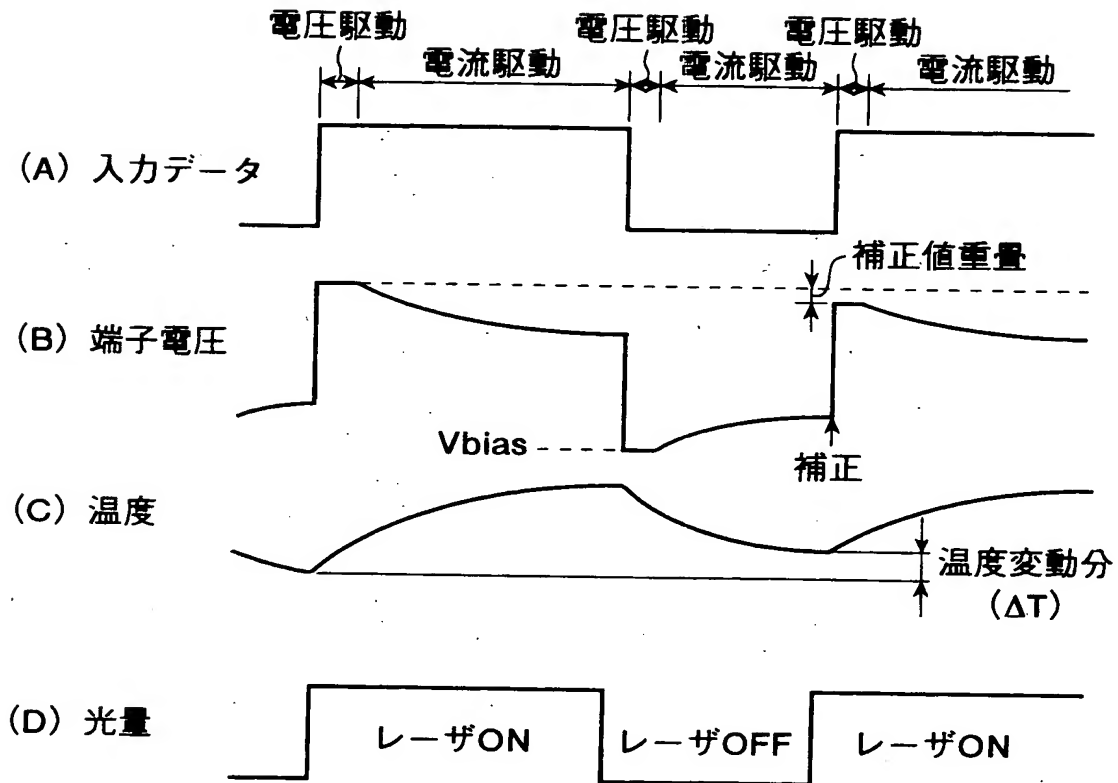
(APC時)



【図 22】

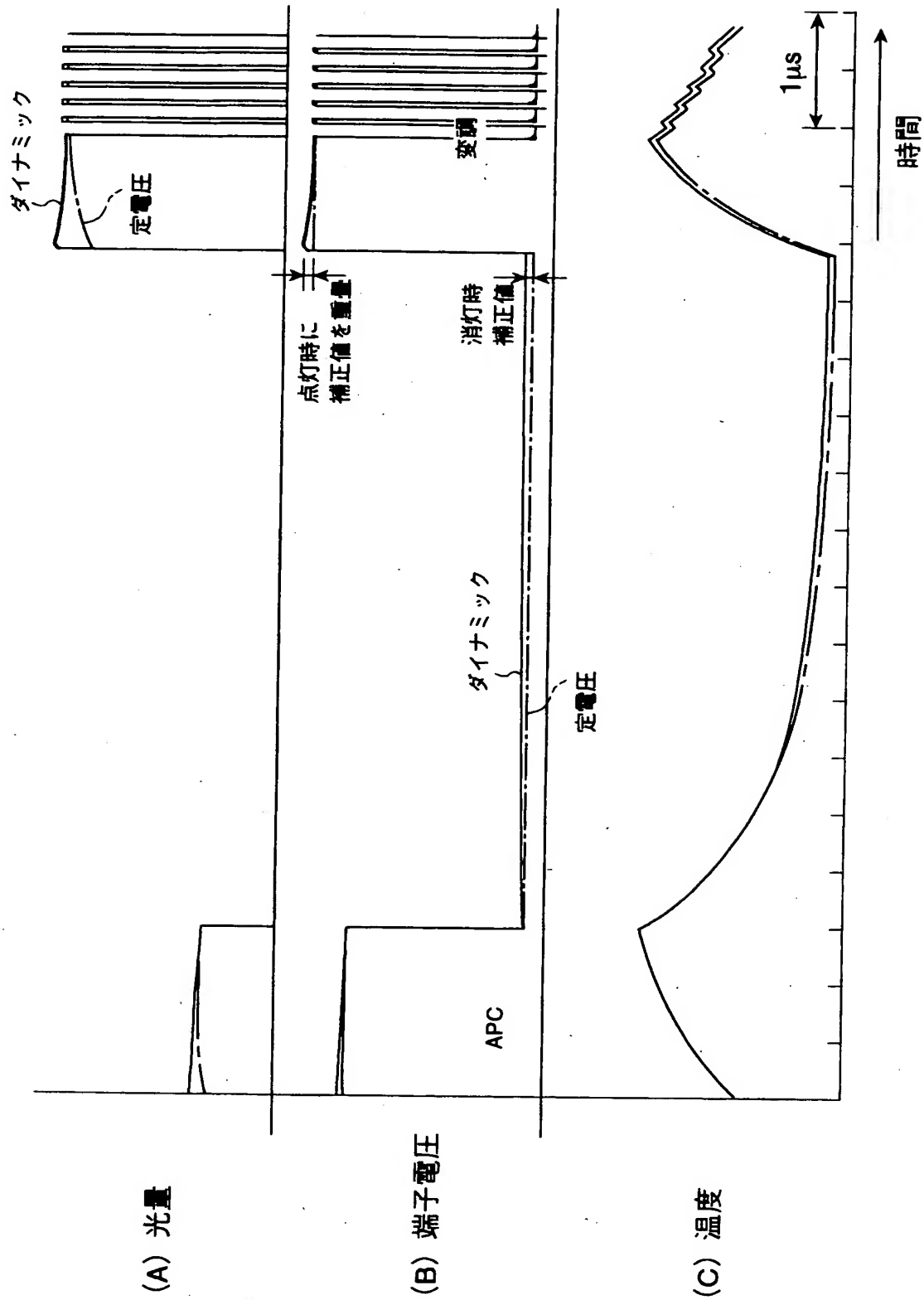


【図 23】

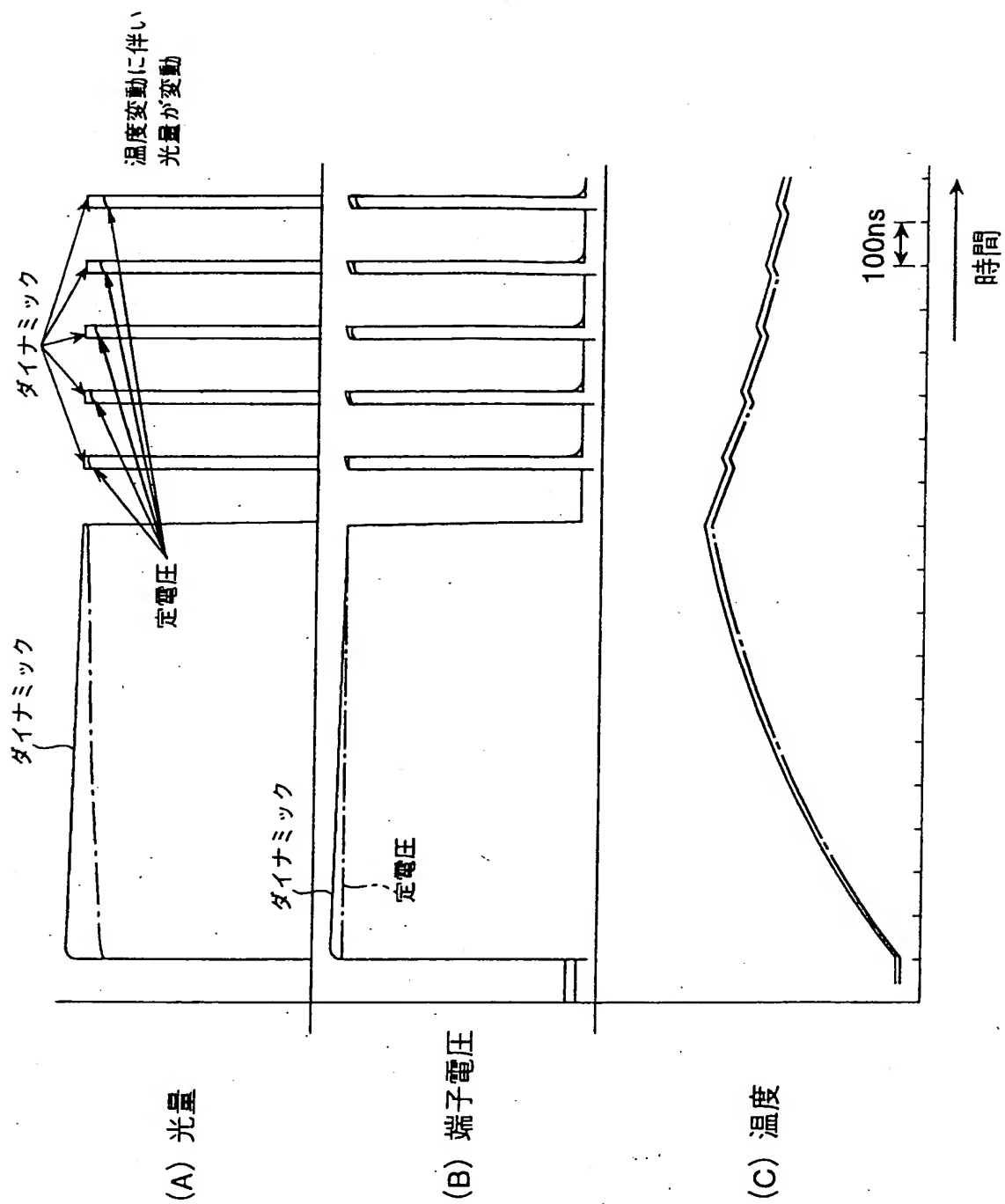




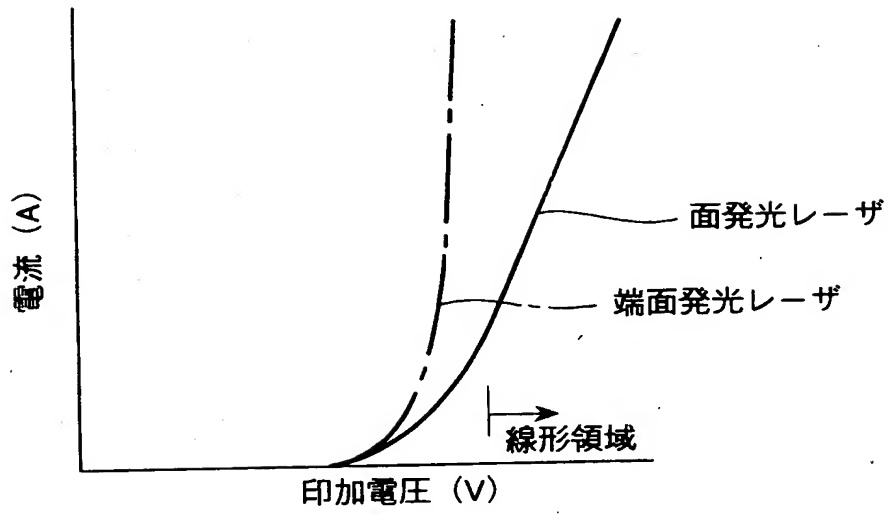
【図 24】



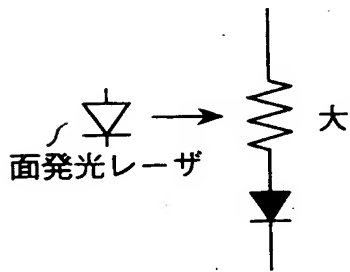
【図 25】



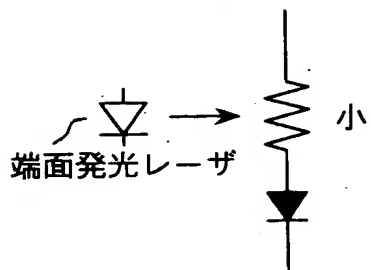
【図 2.6】



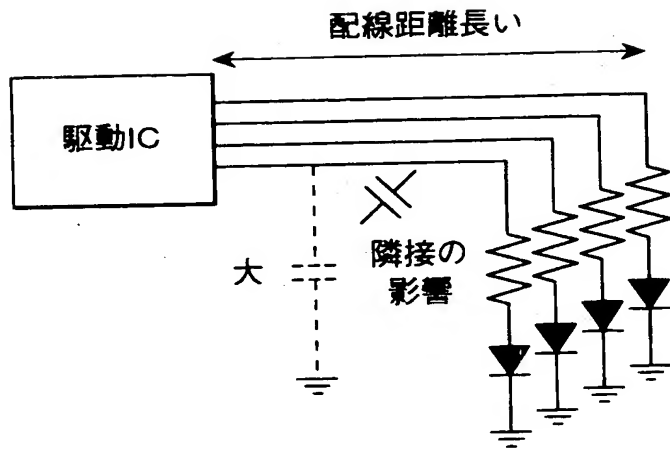
【図 2.7】



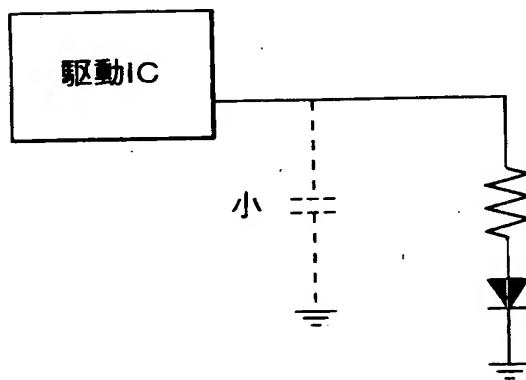
【図 2.8】



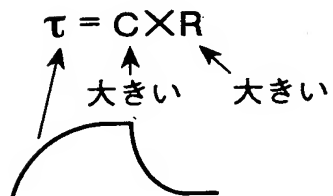
【図 2.9】



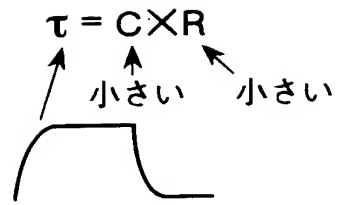
【図 30】



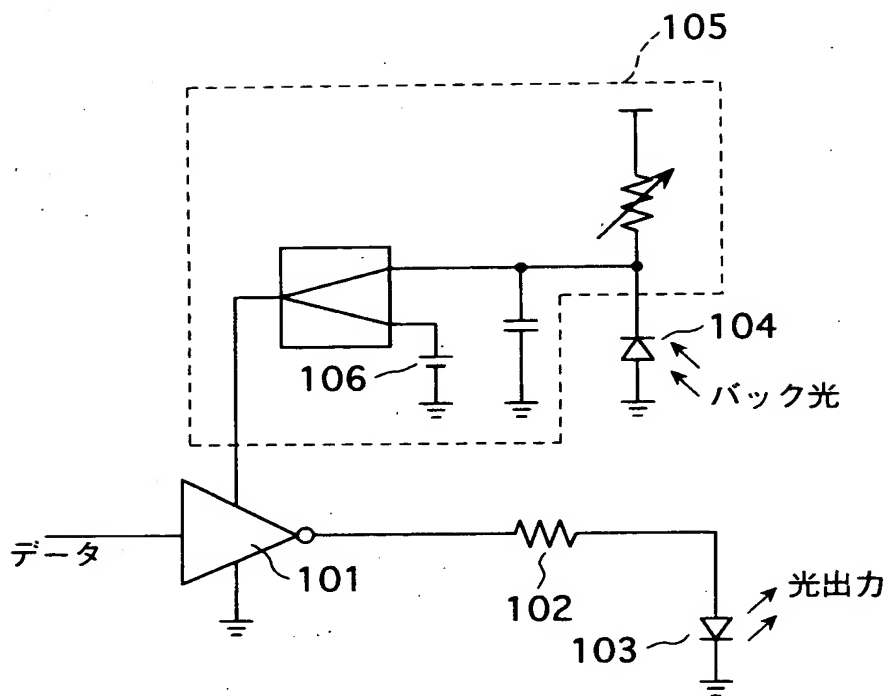
【図 3 1】



【図 3 2】



【図 3 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 駆動回路と駆動対象の発光素子の駆動端との間に抵抗が介在すると、この抵抗が変調速度を抑える原因となり、変調速度の高速化の妨げとなる。

【解決手段】 面発光レーザ 1 1 の各発光部 L D 1 ~ L D n の駆動に当たって、各発光部 L D 1 ~ L D n を順バイアス状態にしかつレーザ発振閾値電圧よりも低いバイアス電圧 V b i a s と、レーザ発振閾値電圧以上の駆動電圧 V 1 ~ V n とをスイッチ S W 1 ~ S W n にて適宜切り替えて発光部 L D 1 ~ L D n の各駆動端に直接印加することによって各発光部 L D 1 ~ L D n を駆動するようにする。

【選択図】 図 1

特2002-049925

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-049925
受付番号	50200264868
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0091
作成日	平成14年 3月11日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 2月26日

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

{000005496}

- |          |                  |
|----------|------------------|
| 1. 変更年月日 | 1996年 5月29日      |
| [変更理由]   | 住所変更             |
| 住 所      | 東京都港区赤坂二丁目17番22号 |
| 氏 名      | 富士ゼロックス株式会社      |